UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA DE 6 NIVELES, CIMENTADA EN LA ZONA NORTE, CENTRO Y SUR DE LA CIUDAD DE TACNA, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA"

TESIS

Presentada por:

Bach. Norman Fernando Zuñiga Quispe

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

TACNA – PERÚ
2018

PÁGINA DE JURADO

ING. LUIS ALFARO RAVELLO
PRESIDENTE

ING. OMAR DUEÑAS ROSPIGLIOSI
SECRETARIO

ING. CESAR AVENDAÑO JIHUALLANGA
VOCAL

ING. EDGAR CHURA AROCUTIPA
ASESOR DE TESIS

DEDICATORIA

A Dios por todas las bendiciones que pone en mi camino y que nunca me deja desamparado

A mis padres Norman y Dominga, porque nunca será suficiente el agradecimiento por todo lo que hicieron y hacen por mí.

A mis hermanas Deysi y Carmen, mis compañeras de alegrías y tristezas y que son parte de este logro.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Edgar Chura, por la orientación recibida en el camino de elaboración de la presente tesis.

Al Ing. Omar Dueñas, por los consejos durante el tiempo de universidad que forjan de mi un mejor profesional.

A mi amigo Eduardo Álvarez, por formar una competencia sana que nos motiva a seguir aspirando a conseguir grandes hazañas.

CONTENIDO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN Pág.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES 1

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 1

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: 1

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA: 2

1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN: 3

1.2.1. HIPÓTESIS PRINCIPAL: 3

1.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS: 3

1.3. JUSTIFICACIÓN O IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN: 4

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN: 5

1.4.1. OBJETIVO PRINCIPAL: 5

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 5

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN: 5

1.6. VARIABLES DE ESTUDIO E INDICADORES: 6

1.6.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES: 6

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 7

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN: 7

2.2. MARCO CONCEPTUAL. 10

2.2.1. PELIGRO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE TACNA: 10

2.2.2. CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DEL SUELO 20

2.2.3. CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL 24

2.2.4. INTERACCIÓN SUELO - ESTRUCTURA: 27

2.2.5. MODELO DINÁMICO D.D. BARKAN – O.A. SAVINOV: 30

2.2.6. RESPUESTAS DE EDIFICIOS AL MOVIMIENTO SÍSMICO 36

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO 37
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: 37
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO 37
3.3. PROCESOS DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN: 38
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 40
3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS. 40

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 41
4.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 41
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS 44
4.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA 49
4.4. CARGAS 54
4.4.1. CARGA MUERTA 54
4.4.2. CARGA VIVA 54
4.4.3. CARGA SÍSMICA 54
4.5. ANÁLISIS ESTÁTICO - DINÁMICO 55
4.5.1. ANÁLISIS MODAL 55
4.5.2. ANÁLISIS ESTÁTICO CON BASE EMPOTRADA 59
4.5.3. ANÁLISIS DINÁMICO ESPECTRAL EN BASE EMPOTRADA 64
4.5.4. ANÁLISIS DINÁMICO ESPECTRAL CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA (MODELO DE BARKAN) 76

CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 95
5.1. PERIODOS DE VIBRACIÓN 95
5.2. DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS 97
5.3. FUERZAS INTERNAS 106

CONCLUSIONES 122

RECOMENDACIÓN 125

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 127

ANEXOS 131

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES DINÁMICAS DEL SUELO.....21
TABLA 2 DATOS OBTENIDOS DE ESTACIONES ACELEROGRÁFICAS.....22
TABLA 3 MODELOS DINÁMICOS PARA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA (ISE) 29
TABLA 4 COEFICIENTES CO PARA DISTINTOS TIPOS DE SUELOS.....35
TABLA 5 PUNTOS DE ESTUDIO EN LA CIUDAD DE TACNA.....43
TABLA 6 CUADRO DE DETALLE DE COLUMNAS Y VIGAS 49
TABLA 7 CUADRO DE DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS.....54
TABLA 8 NÚMERO MÍNIMO DE MODOS POR PISO. 56
TABLA 9 MASAS DE ENTREPISO 56
TABLA 10 PARTICIPACIÓN DE LA MASA EN LOS 18 GRADOS DE LIBERTAD 57
TABLA 11 PERIODOS DE VIBRACIÓN PARA LOS 5 PRIMEROS MODOS 58
TABLA 12 COORDENADAS DE LOS CENTROS DE MASA Y RIGIDEZ.....59
TABLA 13 PERIODOS EN LAS DIRECCIONES X E Y OBTENIDOS DEL ANÁLISIS MODAL 59
TABLA 14 CHEQUEO DE IRREGULARIDAD EN ALTURA SEGÚN NORMA E.030.....60
TABLA 15 CHEQUEO DE IRREGULARIDAD EN PLANTA SEGÚN NORMA E.030.....60
TABLA 16 DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS SÍSMICOS EN LA DIRECCIÓN X 61
TABLA 17 DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS SÍSMICOS EN LA DIRECCIÓN Y 62
TABLA 18 COEFICIENTE DE CORTANTE BASAL PARA LOS 3 PUNTOS DE ESTUDIO.....63
TABLA 19 VALORES DEL EXPONENTE K PARA AMBAS DIRECCIONES.....63
TABLA 20 COMPARACIÓN DE CORTANTE DINÁMICA Y ESTÁTICA 64
TABLA 21 VALORES DEL ESPECTRO PARA PERFIL DE SUELO S2 66
TABLA 22 VALORES DEL ESPECTRO PARA PERFIL DE SUELO S1 67
TABLA 23 VALORES DE DERIVAS DE LOS PUNTOS A Y B, EN LA DIRECCIÓN X.....69
TABLA 24 VALORES DE DERIVAS DE LOS PUNTO A Y B, EN LA DIRECCIÓN Y 69
TABLA 25 VALORES DE DERIVAS DEL PUNTO C, EN LA DIRECCIÓN X.....69
TABLA 26 VALORES DE DERIVAS DEL PUNTO C, EN LA DIRECCIÓN Y.....70
TABLA 27 FUERZAS INTERNAS PARA EL ELEMENTO COLUMNA C1 PARA EL SUELO S2....71

TABLA 28 FUERZAS INTERNAS PARA EL ELEMENTO COLUMNA C5 PARA EL SUELO S2 71
TABLA 29 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C17 PARA EL SUELO S2 72
TABLA 30 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C19 PARA EL SUELO S2 73
TABLA 31 FUERZAS INTERNAS PARA EL ELEMENTO COLUMNA C1 PARA EL SUELO S1 73
TABLA 32 FUERZAS INTERNAS PARA EL ELEMENTO COLUMNA C5 PARA EL SUELO S1 74
TABLA 33 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C17 PARA EL SUELO S1 75
TABLA 34 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C19 PARA EL SUELO S1 76
TABLA 35 CÁLCULO DE MASAS TRASLACIONALES Y ROTACIONALES DE LAS ZAPATAS ... 77
TABLA 36 COEFICIENTES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS 3 SUELOS DE ESTUDIO .. 78
TABLA 37 DETERMINACIÓN DE LOS PESOS PARA LAS 4 ZAPATAS DE LA ESTRUCTURA .. 78
TABLA 38 PESO DE LA EDIFICACIÓN 79
TABLA 39 COEFICIENTES C PARA EL PUNTO A 79
TABLA 40 COEFICIENTES C PARA EL PUNTO B 80
TABLA 41 COEFICIENTES C PARA EL PUNTO C 80
TABLA 42 COEFICIENTES DE RIGIDEZ PARA EL PUNTO A 81
TABLA 43 COEFICIENTES DE RIGIDEZ PARA EL PUNTO B 81
TABLA 44 COEFICIENTES DE RIGIDEZ PARA EL PUNTO C 81
TABLA 45 MODOS Y PERIODOS DE VIBRACIÓN CON ISE PARA EL PUNTO A 82
TABLA 46 MODOS Y PERIODOS DE VIBRACIÓN CON ISE PARA EL PUNTO B 83
TABLA 47 MODOS Y PERIODOS DE VIBRACIÓN CON ISE PARA EL PUNTO C 83
TABLA 48 DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS PARA EL PUNTO A CON ISE - DIRECCIÓN X 84
TABLA 49 DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS PARA EL PUNTO A CON ISE - DIRECCIÓN Y 84
TABLA 50 DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS PARA EL PUNTO B CON ISE - DIRECCIÓN X 85
TABLA 51 DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS PARA EL PUNTO B CON ISE - DIRECCIÓN Y 85
TABLA 52 DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS PARA EL PUNTO C CON ISE - DIRECCIÓN X 86
TABLA 53 DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS PARA EL PUNTO C CON ISE - DIRECCIÓN Y 86
TABLA 54 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C1 EN EL PUNTO A CON ISE 87
TABLA 55 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C5 EN EL PUNTO A CON ISE 87

TABLA 56 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C17 EN EL PUNTO A CON ISE.....88
TABLA 57 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C19 EN EL PUNTO A CON ISE.....89
TABLA 58 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C1 EN EL PUNTO B CON ISE.....89
TABLA 59 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C5 EN EL PUNTO B CON ISE.....90
TABLA 60 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C17 EN EL PUNTO B CON ISE.....90
TABLA 61 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C19 EN EL PUNTO B CON ISE.....91
TABLA 62 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C1 EN EL PUNTO C CON ISE 92
TABLA 63 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C5 EN EL PUNTO C CON ISE 92
TABLA 64 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C17 EN EL PUNTO C CON ISE 93
TABLA 65 FUERZAS INTERNAS PARA COLUMNA C19 EN EL PUNTO C CON ISE 94
TABLA 66 PERIODOS DE VIBRACIÓN PARA LOS 5 PRIMEROS MODOS 95
TABLA 67 VARIACIÓN DEL PERIODO CON RESPECTO AL MODELO EMPOTRADO.....95
TABLA 68 COMPARACIÓN DE DERIVAS PARA MODELOS DE PERFIL S2 - DIRECCIÓN X.....97
TABLA 69 COMPARACIÓN DE DERIVAS PARA MODELOS DE PERFIL S2 - DIRECCIÓN Y.....99
TABLA 70 COMPARACIÓN DE DERIVAS, MODELOS CON PERFIL S1 - DIRECCIÓN X 100
TABLA 71 COMPARACIÓN DE DERIVAS, MODELOS CON PERFIL S1 - DIRECCIÓN Y 101
TABLA 72 VARIACIÓN DE DERIVA AL MODELO EMPOTRADO - DIRECCIÓN X.....102
TABLA 73 VARIACIÓN DE DERIVA AL MODELO EMPOTRADO - DIRECCIÓN Y.....103
TABLA 74 DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCIÓN X.....104
TABLA 75 DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCIÓN Y.....105
TABLA 76 COMPARACIÓN CARGA AXIAL COLUMNA C1 - DIRECCIÓN X 106
TABLA 77 COMPARACIÓN CARGA AXIAL COLUMNA C1 - DIRECCIÓN Y 107
TABLA 78 COMPARACIÓN FUERZA CORTANTE COLUMNA C1 - DIRECCIÓN X 108
TABLA 79 COMPARACIÓN FUERZA CORTANTE COLUMNA C1 - DIRECCIÓN Y 108
TABLA 80 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C1 - DIRECCIÓN X 109
TABLA 81 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C1 - DIRECCIÓN Y 110
TABLA 82 COMPARACIÓN CARGAS AXIALES COLUMNA C5 - DIRECCIÓN X 111
TABLA 83 COMPARACIÓN CARGAS AXIALES COLUMNA C5 - DIRECCIÓN Y 112

TABLA 84 COMPARACIÓN FUERZAS CORTANTES COLUMNA C5 - DIRECCIÓN X..... 112
TABLA 85 COMPARACIÓN FUERZAS CORTANTES COLUMNA C5 - DIRECCIÓN Y..... 113
TABLA 86 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C5 - DIRECCIÓN X 114
TABLA 87 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C5 - DIRECCIÓN Y 114
TABLA 88 COMPARACIÓN FUERZAS AXIALES COLUMNA C17 - DIRECCIÓN X..... 116
TABLA 89 COMPARACIÓN FUERZAS AXIALES COLUMNA C17 - DIRECCIÓN Y..... 117
TABLA 90 COMPARACIÓN FUERZAS CORTANTES COLUMNA C17 - DIRECCIÓN X..... 117
TABLA 91 COMPARACIÓN DE FUERZAS CORTANTES COLUMNA C17 - DIRECCIÓN Y..... 118
TABLA 92 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C17 - DIRECCIÓN X 119
TABLA 93 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C17 - DIRECCIÓN Y 119
TABLA 94 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 121

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 DISTRIBUCIÓN DE MÁXIMAS INTENSIDADES SÍSMICAS OBSERVADAS EN EL PERÚ. 13
FIGURA 2 PREDICCIÓN DE FUTUROS SISMOS DE SUBDUCCIÓN EN EL PERÚ. 14
FIGURA 3 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DE LA CIUDAD DE TACNA. 15
FIGURA 4 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA POR CAPACIDAD PORTANTE EN LA CIUDAD DE TACNA. 16
FIGURA 5 ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS. 19
FIGURA 6 ESTRUCTURA APORTICADA DE 5 NIVELES. 25
FIGURA 7 MODIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO EN CAMPO LIBRE DEBIDO A LA PRESENCIA DE ESTRUCTURAS. 28
FIGURA 8 MODELO EN EL QUE EL SUELO INFLUYE EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL CUANDO ES SOMETIDA A UNA EXCITACIÓN SÍSMICA. 28
FIGURA 9 ESQUEMA DE PÉNDULO INVERTIDO CON EL APOYO EMPOTRADO A) Y LA FLEXIBILIDAD DEL SUELO B). 29
FIGURA 10 ESQUEMA DE UNA ZAPATA AISLADA SEGÚN EL MODELO DE BARKAN. 30
FIGURA 11 MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL PERÚ. 41
FIGURA 12 MAPA DE ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS. 42
FIGURA 13 PLANO DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DENTRO DE LA CIUDAD DE TACNA. .. 44
FIGURA 14 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO DE CIMENTACIÓN PARA EL PUNTO A .. 45
FIGURA 15 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO DE CIMENTACIÓN PARA EL PUNTO B .. 47
FIGURA 16 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO DE CIMENTACIÓN PARA EL PUNTO C .. 48
FIGURA 17 ESQUEMA EN PLANTA DE ESTRUCTURA DE 6 NIVELES CON IRREGULARIDAD. 50
FIGURA 18 DISTRIBUCIÓN DE LA ARQUITECTURA DE OFICINAS. 51
FIGURA 19 VISTA ELEVACIÓN DE ESTRUCTURA DE 6 NIVELES CON REGULARIDAD EN ALTURA, A) VISTA EN LA DIRECCIÓN X-X, B) VISTA EN LA DIRECCIÓN Y-Y. 52
FIGURA 20 VISTA EN 3D DEL EDIFICIO APORTICADO PARA OFICINAS DE 6 NIVELES. 52

FIGURA 21 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ZAPATAS AISLADAS. 53
FIGURA 22 DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS AISLADAS. 53
FIGURA 23 MODOS DE VIBRACIÓN DE UN MODELO DE PÉNDULO INVERTIDO. 55
FIGURA 24 INTERFAZ DEL SOFTWARE DONDE INCLUYE LA OPCIÓN "NORMA PERUANA E.030-2014". 65
FIGURA 25 ESPECTRO DE PSEUDO ACELERACIÓN PARA PERFIL DE SUELO S2 67
FIGURA 26 ESPECTRO DE PSEUDO ACELERACIÓN PARA PERFIL DE SUELO S1 68
FIGURA 27 ESQUEMA DE ZAPATA AISLADA 77
FIGURA 28 MODELO EN 3D EN EL PROGRAMA ETABS CON INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA. 82
FIGURA 29 COMPARACIÓN DE LOS PERIODOS DE VIBRACIÓN PARA LOS 5 PRIMEROS MODOS. 96
FIGURA 30 VARIACIÓN DEL PERIODO DE LOS MODOS CON RESPECTO AL MODELO EMPOTRADO 97
FIGURA 31 GRÁFICO DE DERIVAS PARA MODELOS EMPOTRADOS EN PUNTOS A Y B, DIRECCIÓN X. 98
FIGURA 32 GRÁFICO DE LAS DERIVAS PARA LOS MODELOS EN LOS PUNTO A Y B - DIRECCIÓN Y. 99
FIGURA 33 GRÁFICO DE LAS DERIVAS PARA MODELO EMPOTRADO EN EL PUNTO C - DIRECCIÓN X. 100
FIGURA 34 GRÁFICO DE DERIVAS PARA MODELO EMPOTRADO E ISE EN EL PUNTO C, DIRECCIÓN Y. 101
FIGURA 35 DECRECIMIENTO DE LA VARIACIÓN DE DERIVA AL AUMENTO DE NIVEL, DIRECCIÓN X. 102
FIGURA 36 DECRECIMIENTO DE LA VARIACIÓN DE DERIVA AL AUMENTO DE NIVEL, DIRECCIÓN Y. 103
FIGURA 37 RELACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCIÓN X. 104
FIGURA 38 RELACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCIÓN Y. 105

FIGURA 39 COMPARACIÓN CARGA AXIAL COLUMNA C1 - DIRECCIÓN X. 107
FIGURA 40 COMPARACIÓN CARGA AXIAL COLUMNA C1 - DIRECCIÓN Y. 107
FIGURA 41 COMPARACIÓN FUERZA CORTANTE COLUMNA C1 - DIRECCIÓN X. 108
FIGURA 42 COMPARACIÓN FUERZA CORTANTE COLUMNA C1 - DIRECCIÓN Y. 109
FIGURA 43 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C1 - DIRECCIÓN X. 109
FIGURA 44 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C1 - DIRECCIÓN Y. 110
FIGURA 45 COMPARACIÓN CARGAS AXIALES COLUMNA C5 - DIRECCIÓN X. 111
FIGURA 46 COMPARACIÓN CARGAS AXIALES COLUMNA C5 - DIRECCIÓN Y. 112
FIGURA 47 COMPARACIÓN FUERZAS CORTANTES COLUMNA C5 - DIRECCIÓN X. 113
FIGURA 48 COMPARACIÓN FUERZAS CORTANTES COLUMNA C5 - DIRECCIÓN Y. 113
FIGURA 49 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C5 - DIRECCIÓN X. 114
FIGURA 50 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C5 - DIRECCIÓN Y. 115
FIGURA 51 COMPARACIÓN FUERZAS AXIALES COLUMNA C17 - DIRECCIÓN X. 116
FIGURA 52 COMPARACIÓN FUERZAS AXIALES COLUMNA C17 - DIRECCIÓN Y. 117
FIGURA 53 COMPARACIÓN FUERZAS CORTANTES COLUMNA C17 - DIRECCIÓN X. 118
FIGURA 54 COMPARACIÓN FUERZAS CORTANTES COLUMNA C17 - DIRECCIÓN Y. 118
FIGURA 55 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C17 - DIRECCIÓN X. 119
FIGURA 56 COMPARACIÓN MOMENTOS COLUMNA C17 - DIRECCIÓN Y. 120

RESUMEN

La presente tesis estudia la Interacción suelo estructura entre una estructura de 6 niveles de sistema aporticado con irregularidad en planta y zapatas aisladas, y el suelo de fundación de las zonas norte, centro y sur de la Ciudad de Tacna, siendo dichas zonas el distrito de Alto de la Alianza, el Cercado de Tacna y el C.P. Leguía, respectivamente.

Para la presente tesis se aplicó el modelo dinámico propuesto por D. D. Barkan, el cual calcula la rigidez y masa del suelo y esta toma parte del análisis dinámico espectral que originalmente considera la base de fundación como infinitamente rígido, por lo que con el estudio Interacción suelo estructura la base de fundación se considera flexible. Los resultados muestran incrementos considerables de los periodos de vibración de hasta 5% en la dirección Y y de hasta 7% en la dirección X, asimismo también apreciamos incremento de desplazamientos en las zonas norte y centro de hasta un 22% con respecto al modelo de análisis empotrado, caso similar es para la sur. Por último los esfuerzos internos se han visto disminuidos en la estructura en hasta 25% en columnas centrales, ya que el suelo también aporta propiedades de disipación de la energía sísmica.

INTRODUCCIÓN

La tesis del estudio comparativo de la Interacción Suelo Estructura en la Ciudad de Tacna, está organizada en torno a 5 capítulos:

- El CAPÍTULO I, describe y plantea la problemática para la presente tesis, asimismo se definen los objetivos y las hipótesis de la tesis.
- El CAPÍTULO II, realiza la descripción de trabajos anteriores de interacción suelo estructura que se hayan publicado, se detalla la zonificación de la ciudad de Tacna y se muestra su historial sísmico, por último se explica la Interacción suelo estructura y el Modela de Barkan que se usará para la presente tesis.
- El CAPÍTULO III, explica el plan de trabajo seguido para el desarrollo de la presente tesis.
- El CAPÍTULO IV, se realiza el análisis dinámico para el modelo empotrado y con interacción suelo estructura, se presentan los resultados de los periodos de vibración, desplazamientos y fuerzas internas.
- El CAPÍTULO V, analiza y compara los resultados obtenidos, donde se resalta las variaciones obtenidas para las 3 variables de estudio, estas variaciones pueden ser incrementos o disminuciones de los resultados con respecto al obtenido del análisis dinámico empotrado.

- En la última parte se presentan las conclusiones obtenidas en base al capítulo anterior. Asimismo se dan recomendaciones para futuras investigaciones relacionadas sobre Interacción suelo estructura.

CAPÍTULO I

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.1. Descripción del problema:

El 23 de junio del 2001 en la ciudad de Tacna ocurrió un sismo de 6,9 grados en la escala de Ritcher con epicentro a 82 kilómetros de la ciudad de Ocoña en la Región Arequipa. Según un artículo del diario Correo del 2014, los daños con mayor incidencia se presentaron en los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza, donde varias viviendas se hundieron, literalmente. La gran mayoría de predios en esta zona, por no decir todos, sufrieron serias rajaduras y desprendimientos, debido a la característica de sus suelos y construcciones.

Asimismo, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2004), en su proyecto de Mapas de Peligros de la Ciudad de Tacna, señala que la mayoría de los suelos en el cono norte son arenas limosas (SM), con capacidades portantes en condiciones estáticas de 0,5 a 3,0 kg/cm2; arenas que considerando el efecto dinámico de ondas sísmicas con una aceleración de la gravedad de 0,3 g registrada en Tacna, bajan su capacidad portante al rango de tan solo 0,5 a 2,0 kg/cm2, lo que se traduce

en una alta probabilidad de movimiento e inclusive de ruptura de los suelos. Igual situación se ven afectados las estructuras ubicadas por la zona de prolongación 2 de mayo, av. Gregorio Albarracín (Cercado), por lo que existe la necesidad de implementar modelos dinámicos más cercanos a la realidad y así proponer soluciones acorde a las condiciones de la ciudad de Tacna.

En la actualidad, se han propuesto diversos modelos dinámicos que buscan asemejarse a las condiciones expuestas durante su tiempo de vida, así como también las que influyen al momento de producirse un movimiento sísmico. Dentro de la información que deben de contar al momento de diseñar una estructura, saber el comportamiento dinámico con respecto al suelo de fundación de sus edificaciones sometida a sismo es importante, más aún si notamos que en Tacna tenemos suelos flexibles en las cuales se vienen realizados edificaciones como producto del crecimiento poblacional.

1.1.2. Formulación del problema:

1.1.2.1. PROBLEMA GENERAL:

PG: ¿Cómo será la respuesta estructural de una edificación aporticada de 6 niveles, considerando su interacción suelo estructura, cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna?

1.1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

P1: ¿Cuáles serán las fuerzas internas de los elementos estructurales de la edificación aporticada, cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna?

P2: ¿Cuáles serán las derivas de entrepiso de la edificación aporticada cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna?

P3: ¿Cuál será el periodo de vibración de la edificación aporticada cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna?

1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.2.1. Hipótesis principal:

HG: La respuesta estructural de una edificación de 6 niveles, considerando interacción suelo estructura, tiene incrementos significativos en su periodo de vibración, y disminución de fuerzas internas y derivas.

1.2.2. Hipótesis específicas:

H1: Las fuerzas internas de los elementos estructurales de la edificación aporticada se reducen al considerar al suelo en el análisis.

H2: Las derivas de entrepiso de la edificación aporticada se reducen al

considerar la interacción suelo estructura en el análisis.

H3: El periodo de vibración de la edificación aporticada se incrementa al considerar la interacción suelo estructura en el análisis.

1.3. JUSTIFICACIÓN O IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:

El Ing. Alva Hurtado señala que el Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto está expuesto a este peligro, que trae consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales (Alva, 2002), una de las zonas más críticas es la ciudad de Tacna, ubicada al extremo sur del país y el cual ha sufrido de sismos que han causado consecuencias negativas. Asimismo, está determinado que en la región hay silencio sísmico, a pesar de haberse dado el sismo del 23 de junio de 2001 (INDECI, 2004).

Es importante mencionar que en la ciudad de Tacna no se han encontrado estudios que hayan considerado las características del suelo en los cálculos de diseño, esto nos da una incertidumbre sobre el comportamiento que pueda tener la estructura, que se asume al suelo como un apoyo empotrado que no influye al momento del sismo; por ello, el fenómeno de interacción suelo estructura es muy importante, debido a que durante el movimiento sísmico la estructura no es independiente al movimiento del suelo, no pudiéndose aislar de este, de esta manera, los

modelos de análisis y diseño de estructuras deberían de considerar el fenómeno de interacción suelo estructura.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.4.1. Objetivo Principal:

Comparar la respuesta estructural de una edificación aporticada de 6 niveles, considerando su interacción suelo estructura, cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Determinar las fuerzas internas de los elementos estructurales de la edificación aporticada cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna.
- Determinar las derivas de entrepiso de la edificación aporticada, cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna.
- Determinar el periodo de vibración de la edificación aporticada cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:

La presente tesis tiene como alcance de estudio el análisis de una

estructura aporticada con zapatas aisladas en la ciudad de Tacna, donde la influencia del suelo se verá reflejada al momento de desarrollar el análisis dinámico de interacción suelo estructura, el cual nos dará como resultado los esfuerzos internos, derivas de entrepiso y periodos de vibración.

La limitación de la presente tesis, son los estudios realizados al suelo, ya que se trabajan con datos empíricos y con algunos pocos estudios de suelos en determinadas zonas, no siendo posible tener un estudio completo del suelo y sub suelo de cimentación con datos reales de campo que determinen las propiedades dinámicas del suelo.

1.6. VARIABLES DE ESTUDIO E INDICADORES:

1.6.1. Identificación de variables:

1.6.1.1. Variable independiente

- X1: Interacción suelo estructura

1.6.1.2. Variable dependiente

- Y1: Respuesta estructural

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

Veletsos y Verbič (1973), realizaron estudios de un disco de rígido sin masa apoyado sobre el suelo, donde caracterizan al suelo como un medio viscoelástico, y observan que la influencia del material de suelo se da principalmente en incrementar la capacidad de amortiguación de la base y reducir su frecuencia natural de vibración.

Zeevaert (1980), en su libro “Interacción Suelo Estructura de Cimentaciones”, establece las expresiones de compatibilidad para el cálculo de los esfuerzos de contacto basándose en el comportamiento de la masa del suelo y en los procedimientos nominales del cálculo estructural para la obtención de fuerzas y deformaciones

A. Anandarajah H. Rashidi K. Arulanandan (1995) estudiaron la respuesta estructural de un edificio de dos niveles con cimiento de pilas, para lo cual experimentaron con modelos de centrifuga que simulaba el terremoto en la base, asimismo se introdujo la estructura de análisis en un modelo de elementos finitos en dos dimensiones donde compararon resultados experimentales y numéricos encontrando gran compatibilidad

entre ambos.

Todorovska (2002), estudia el caso de interacción suelo estructura en la Biblioteca de Millikan en Pasadena, donde observó que en un suelo blando la amplitud de una onda sísmica de periodo corto disminuye muy rápido con la profundidad, por lo que las cimentaciones profundas son menos sensibles a las rápidas componentes de las ondas sísmicas. Estas conclusiones fueron producto del estudio de terremotos ocurridos durante los años 1970 y 2002.

Galicia y León (2007) realizan un estudio de interacción suelo estructura en edificaciones de albañilería confinada con plateas de cimentación, usando un proyecto de vivienda en la ciudad de Trujillo, donde concluye que la interacción suelo estructura permite determinar simultáneamente el comportamiento del suelo de fundación con la edificación frente a eventos sísmicos, demostrando que ante tal escenario el suelo coadyuva a una mejor distribución de esfuerzos en todos los elementos estructurales de la edificación, mediante la disipación de cierto porcentaje de energía inducida por un sismo.

Herrera (2013) en su tesis de maestría demuestra que la cortante basal que experimenta una edificación, ubicada en una ladera de la ciudad de Bogotá, disminuye considerablemente, al ser analizada con su interacción

suelo estructura, asimismo el desplazamiento de entrepiso se incrementa; por lo que concluye la importancia del efecto de sitio, originadas por las condiciones del suelo, que generan amplificaciones de las ondas sísmicas.

Meza, José & Valderrama Christian (2014) demuestran la influencia de la Interacción suelo estructura en la reducción de esfuerzos de una edificación aporticada con zapatas aisladas, tomándose como parámetros a la fuerza axial, fuerza cortante y momento flector, asimismo propone el modelo dinámico publicado por D.D. Barkan – O.A. Savinov como el que más se adecua para el análisis dinámico con Interacción suelo estructura, el cual logró caracterizar las condiciones del suelo a través de Coeficientes que tienen relación directa en los cálculos para determinar los esfuerzos en la edificación.

Isidoro (2016) realiza una comparación del análisis dinámico modal (ADM) contra el método de Interacción dinámica suelo estructura (IDSE) y los espectros envolventes para diseño por sismo propuesto por Zeevaert en 1973 y 1994. Los dos primeros métodos se encuentran normados en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo de México (2004). Mediante esta comparación se demostró que a través del método IDSE, se puede representar de una manera más realista los niveles de demanda y niveles de amplificación que se producen en la ciudad de

México, según el mapa de peligro sísmico de la ciudad, debido a que se obtienen mayores periodos de vibración respecto al análisis dinámico modal (ADM).

2.2. MARCO CONCEPTUAL.

2.2.1. Peligro Sísmico en la Ciudad de Tacna:

2.2.1.1. Definición

Chura (2012) define la peligrosidad sísmica como la probabilidad que ocurra un fenómeno físico como consecuencia de un sismo, como pueden ser el movimiento mismo del terreno, así como los deslizamientos de tierra, licuefacción de suelos, inundaciones, ruptura de fallas, etc. Estos fenómenos físicos dependen de las características geológicas del suelo.

Alva (2002) El peligro sísmico se define por la probabilidad que en un lugar determinado ocurra un movimiento sísmico de una intensidad igual o mayor que un valor fijado.

Es importante la evaluación del peligro sísmico en zonas urbanas a fin de proyectar estructuras capaces de resistir terremotos con la probabilidad de ocurrencia de la zona.

2.2.1.2. Sismicidad en la Región de Tacna

El Instituto Nacional de Defensa Civil, por medio del Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres 2006, luego de realizar una recolección de datos del Instituto Geofísico del Perú, relata la consecución de sismos que han afectado la zona sur del País, entre ellos la región de Tacna.

El sismo del 22 de enero de 1582 con intensidades de X en Socabaya y IX en Arequipa; el sismo del 19 de febrero de 1600 con intensidad de XI en el área del volcán Huaynaputina y el del 28 de febrero del mismo año con intensidad de X en Ornate; el sismo del 24 de noviembre de 1604 con intensidad de VIII en Arequipa, Arica, Tacna y Moquegua; el sismo del 18 de setiembre de 1833 con intensidad VII en Tacna; el sismo del 13 de agosto de 1868 con intensidad XI en La Caldera, X en Arica y IX en Arequipa, Tacna e lio; el sismo del 9 de mayo de 1877 con intensidad VII en Arica, Moliendo e Ilo; el sismo del 23 de enero de 1878 con intensidad de VII en Tarapacá; el sismo del 4 de mayo de 1906 con intensidad de VII en Tacna y VI en Arica; el sismo del 16 de junio de 1908 con intensidad VII en Tacna y Arica; el sismo del 4 de diciembre de 1934 con intensidad VI en Tacna y Arica; el sismo del 11 de mayo de 1948 con intensidad de VI en Arequipa y Tacna; el sismo del 3 de octubre de 1951 con intensidad VII en Tacna; el sismo del 15 de enero de1958 con intensidad VIII en Arequipa; el sismo del 13 de enero de 1960 con VIII en Arequipa; el sismo del 16 de

febrero de 1979 con VII en Camaná y Corire y el sismo del 8 de agosto de 1987 con intensidad VII en Arica. De los sismos ocurridos en el área en estudio tienen mapa de isosistas los siguientes sismos: 12 de agosto de 1868, 9 de mayo de 1877, 15 de enero de1958, 13 de enero de 1960 y 16 de febrero de 1979. Se concluye que de acuerdo a la historia sísmica del departamento de Tacna, han ocurrido en los últimos 400 años intensidades de hasta IX en la escala Mercalli Modificada. Sin embargo, en áreas vecinas, tal como Arica y Arequipa han ocurrido intensidades de hasta X.

En la figura 1 se muestra la distribución máxima de intensidades sísmicas observadas en el Perú, es apreciable ver que en la Región de Tacna pasan bandas de colores amarrillo, azul y parte de rojo en la zona andina de Tarata, equivalentes a intensidades de IX, VIII y VII respectivamente en la escala de Mercalli, esto debe de ponernos alertas ya que los periodos de retorno de estos sismos van desde 50 a 100 años.

En la figura 02, se señala la predicción de futuros sismos del tipo de subducción en el Perú, destacándose las que se esperan en la zona sur del país, que son de intensidad de 8,5 para Ilo-Tacna, esto debe de poner alertas al momento de tomar decisiones en el diseño estructural, ya que es posible evitar grandes pérdidas materiales y humanas si consideramos todos los elementos influyentes de la estructura en el análisis sísmico.

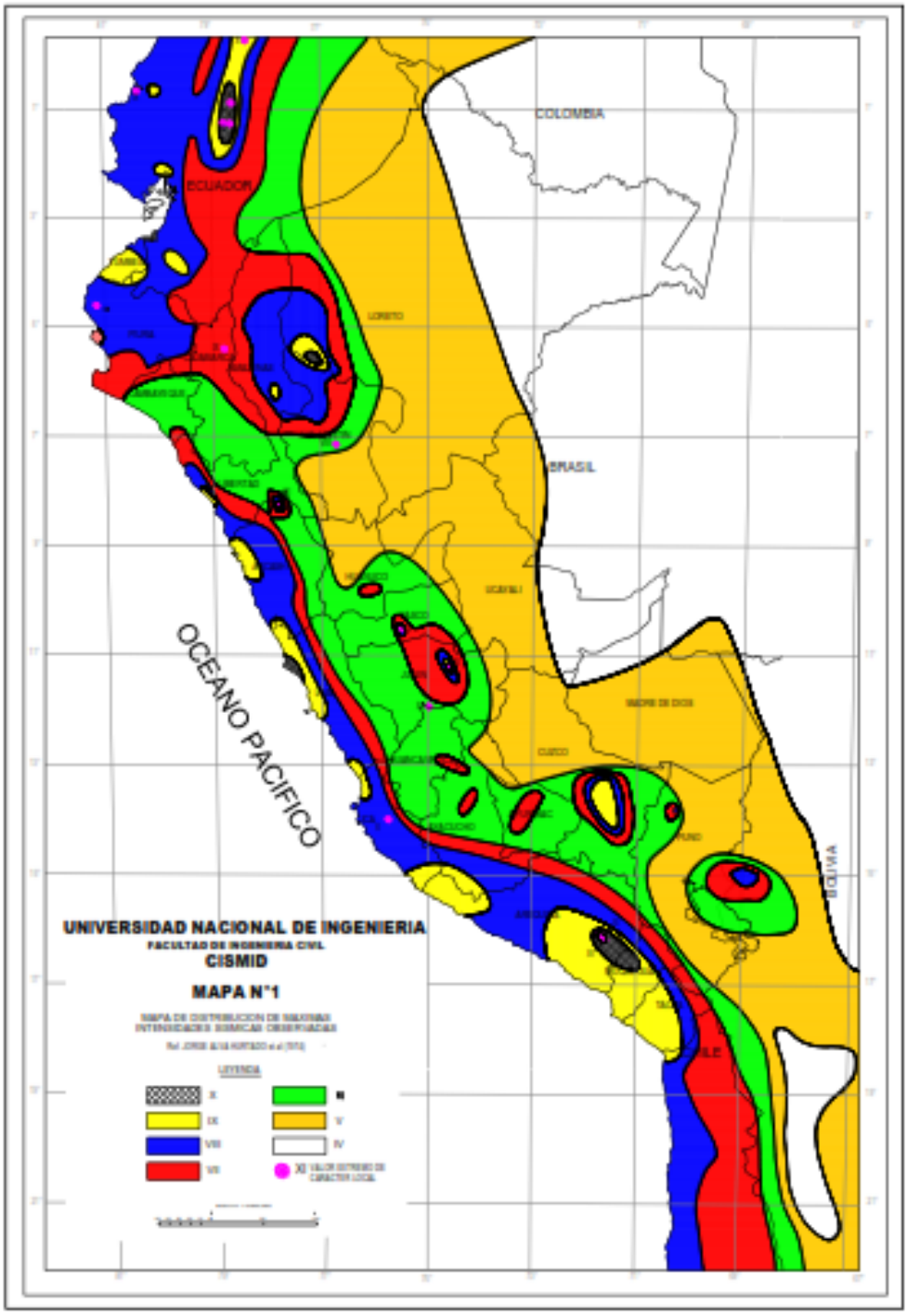


Figura 1 Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú.

Fuente: Alva Hurtado, 1984

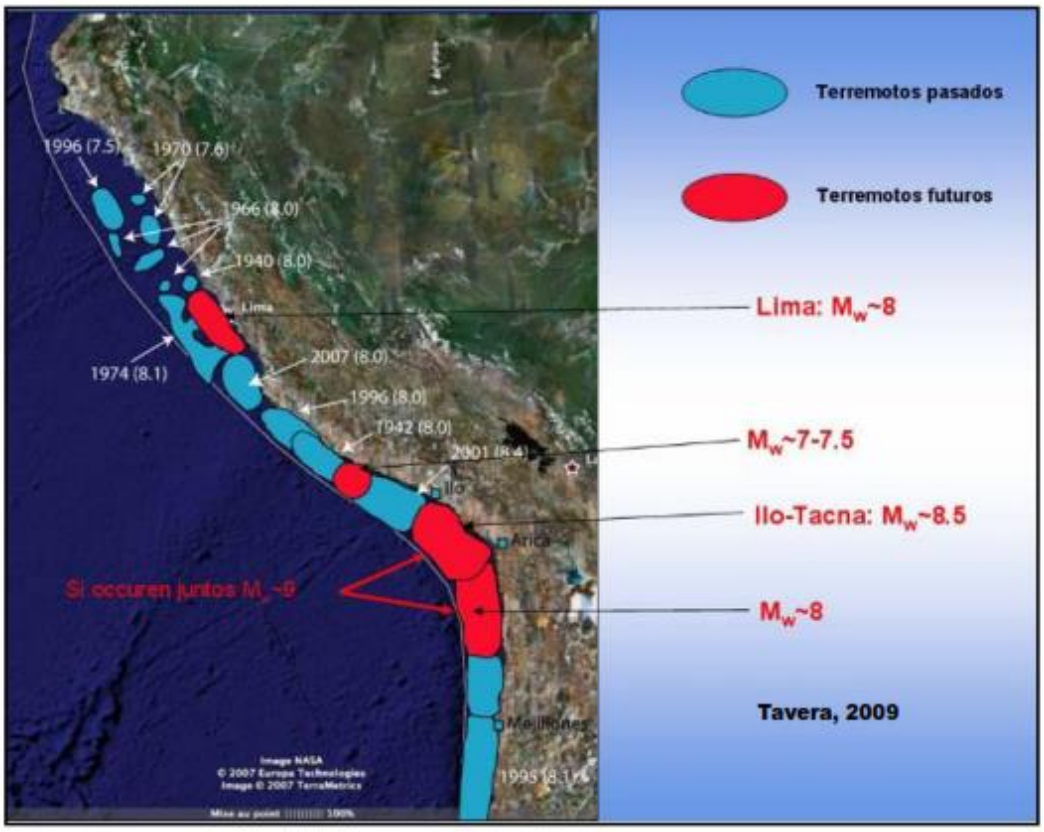


Figura 2 Predicción de futuros sismos de subducción en el Perú.

Fuente: Redes Acelerográficas, Alva Hurtado

2.2.1.3. Microzonificación Sísmica en Tacna

En 1990, Tokeshi realiza en la ciudad de Tacna 85 mediciones de microtremor en diferentes puntos de la ciudad, obteniendo como resultados periodos predominantes de 0,1 a 0,25 s, solo algunas zonas tienen periodo de 0,25 a 0,30 s. En 1994, Cotrado y Siña, amplían la realización de ensayos de microtremor logrando caracterizar geotécnicamente en cinco tipos de suelos en la ciudad de Tacna (ver figura 03)

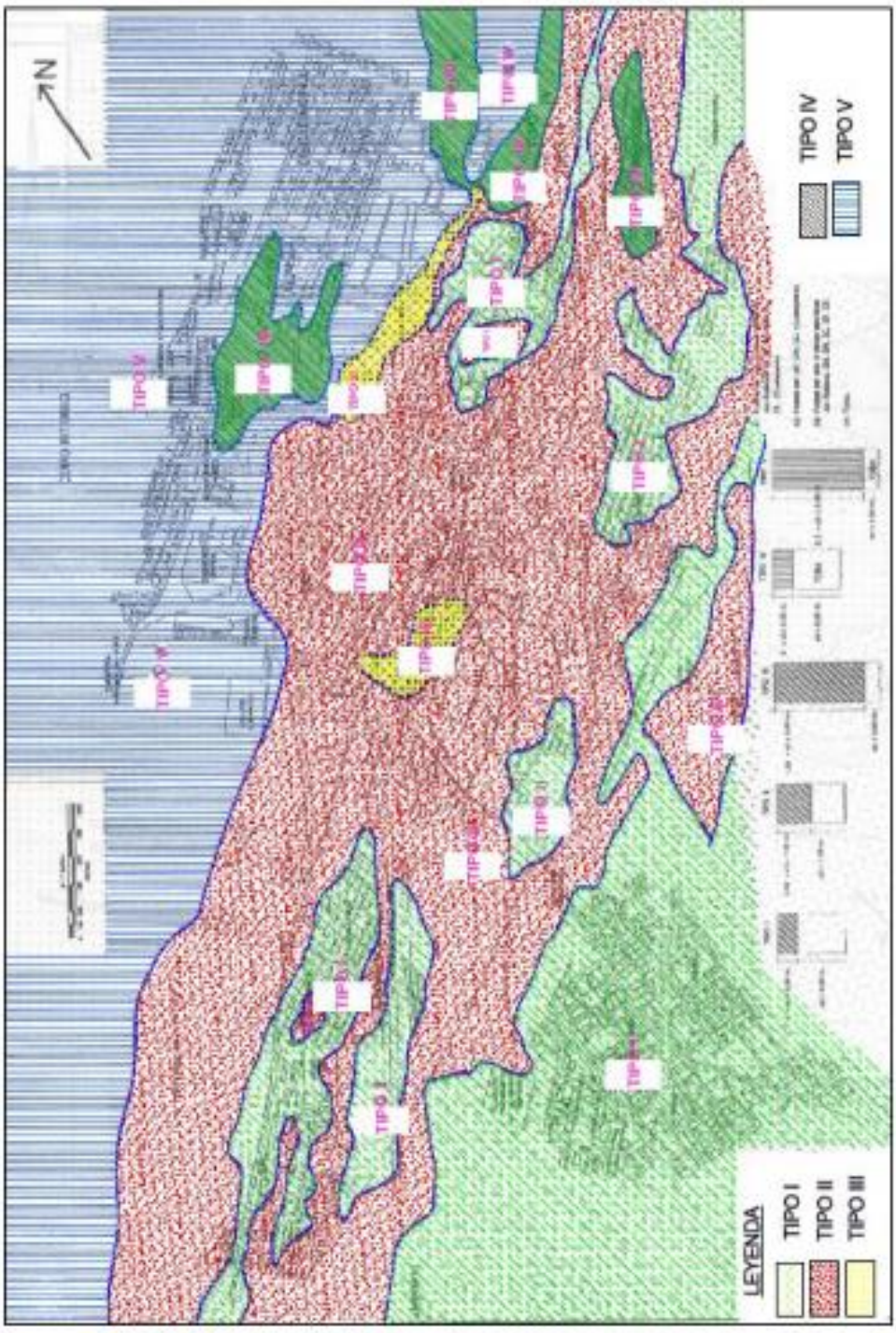


Figura 3 Zonificación Geotécnica de los suelos de la Ciudad de Tacna.

Fuente: Cotrado y Siña (1994)

Berrios & Silva (1998) estudiaron los suelos para cimentaciones en edificaciones del cono norte de la ciudad de Tacna (ver figura 04), obteniendo cinco zonas:

- Zona A: Suelo rocoso.
- Zona B: Suelo muy denso.
- Zona C: Suelo medio.
- Zona D: Suelo suelto.
- Zona E: Suelo muy suelto

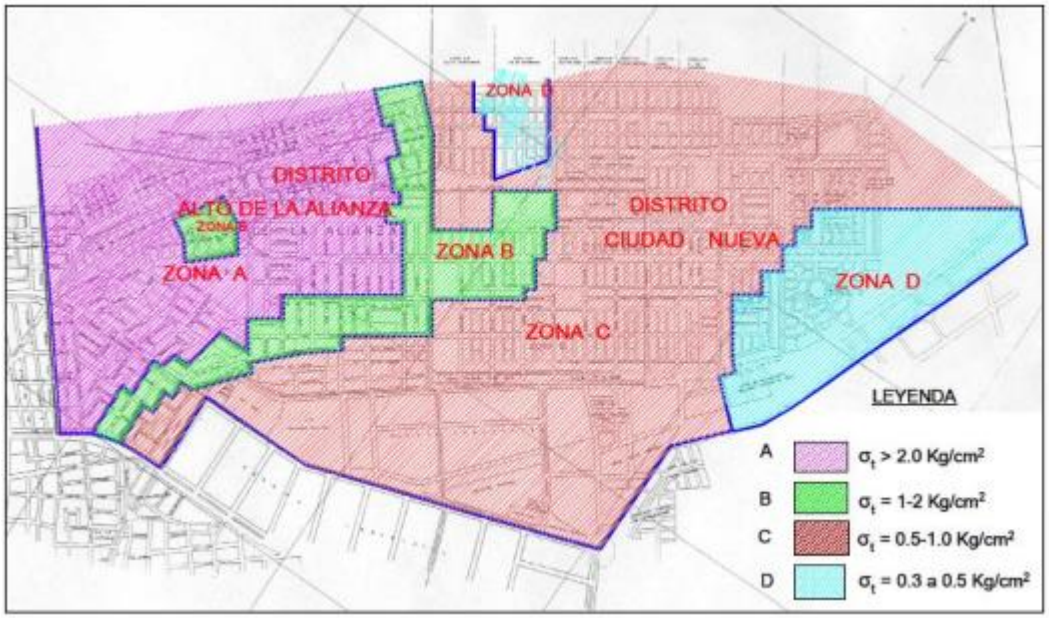


Figura 4 Zonificación geotécnica por capacidad portante en la Ciudad de Tacna.

Fuente: Berrios y Sila (1998)

INDECI (2004) clasifica a la ciudad de Tacna en 7 tipos de suelos superficiales:

- GP, Grava Mal Graduadas
- SP, Arenas Mal Graduadas
- CL, Arcillas de Baja Comprensibilidad
- SM_1, Arenas Limosas
- SM_2, Arenas Limosas
- SM_3, Arenas Limosas
- R, Rellenos

2.2.1.4. Peligros geológicos - geotécnicos en Tacna

El Mapa de Peligros de la ciudad de Tacna, elaborado por el Instituto Nacional de Defensa Civil en colaboración con las Municipalidades distritales y la Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Provincial de Tacna en el 2004 como parte del Proyecto PNUD "Ciudades Sostenibles", divide a la ciudad de Tacna en tres niveles de peligros geológicos-geotécnicos: bajo, medio y alto.

- Zona de Peligro Bajo: áreas formadas por gravas pobremente graduadas GP, gravas bien graduadas GW y las cenizas de origen volcánico de clasificación geotécnica SM. Asimismo poseen presiones admisibles del suelo con valores que varían de 1,47 kg/cm2 a 4,5 kg/cm2, sin problemas de amplificaciones sísmicas. El potencial de colapso, suelos agresivos y asentamientos no son

considerados un problema. Esta zona comprende todo el distrito de Pocollay, el distrito de Alto de la Alianza por el P.J. Alto de la Alianza y La Esperanza, el distrito de Tacna y la zona norte del distrito de Gregorio Albarracín desde el cuartel Tarapacá hasta el mercado Cenepa.

- Zona de Peligro Medio: áreas donde encontramos suelos areno limosos de clasificación SM. Asimismo poseen valores de capacidades de carga mínima del suelo de 0,58 kg/cm2 y 0,76 kg/cm2, propenso a sufrir amplificaciones de ondas sísmicas de poca dimensión. El potencial de colapso es considera hasta como problema severo y los asentamientos no están dentro de lo permisible. Esto comprende casi la totalidad de los distritos de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva, así como en la zona del distrito de Tacna comprendida desde el hospital Hipólito Unanue hasta la zona conocida como Ciudad Perdida.

- Zona de Peligro Alto: áreas conformadas por material antropogénico o de relleno R, así como también las arenas limosas SM (deluviales) ubicadas en las faldas del Cerro Intiorko y en algunos lugares de los distritos de Alto de la Alianza y Cuidad Nueva, arenas limo-arcillosas SM-SC ubicadas en sectores aledaños del hospital Hipólito Unanue.

en esta zona se espera grandes amplificaciones de ondas sísmicas, sus valores de potencial de colapso son elevados, siendo de 11,5 % en el sector del hospital y de 5% a 10% en los rellenos, estando en el rango de problemas, los asentamientos esperados en esta zona son entre 3 y 8 cm, siendo este valor preocupante debido a su ubicación urbana.

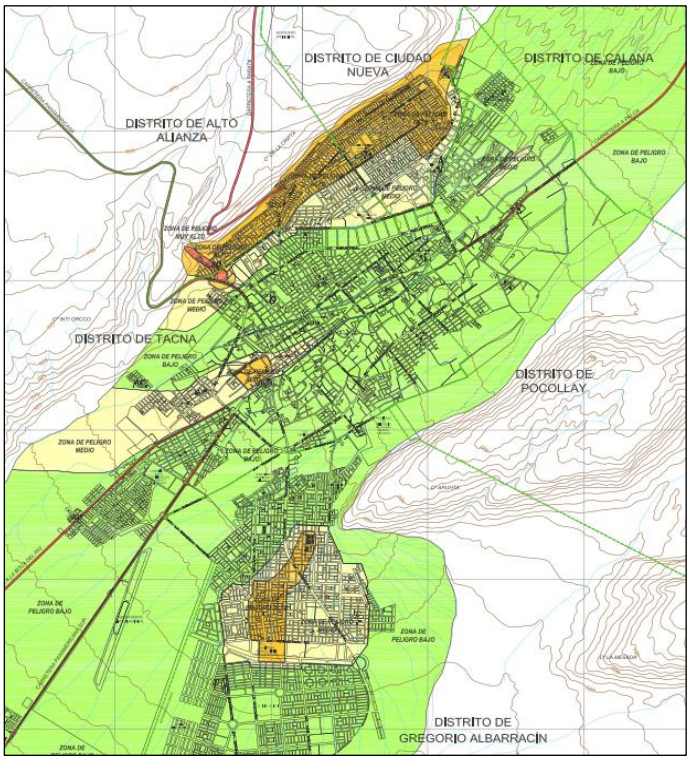


Figura 5 Zonificación de Peligros Geológicos-Geotécnicos.

Fuente: INDECI (2004). PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES - MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TACNA. (Lámina N° 15)

En la figura 5 se muestra la división por las 3 zonas señalas por INDECI, y que son descritas en el párrafo anterior.

2.2.2. Características Dinámicas del Suelo

Las propiedades dinámicas del Suelo son las que durante un evento sísmico definirán cómo se comportará el suelo.

Entre las más importantes se encuentran el módulo de cortante dinámico, G, y el porcentaje de amortiguamiento crítico del suelo, λ, así entre otros parámetros de menos importancia cómo el módulo de compresibilidad volumétrica, B, la relación de Poisson, μ, la resistencia al corte estática de arcillas y la compacidad de suelos granulares (Gordillo, 2011).

Las técnicas de análisis para la obtención de las propiedades dinámicas del suelo se clasifican en tres:

- Los que se basan en análisis de registros de sismos (acelerogramas y sismoscopios).
- Los que se basan en análisis de pequeños sismos generados artificialmente (captación de microtremores para la construcción de acelerogramas teóricos)
- Los basados en métodos analíticos, que se apoyan en estudios de campo y laboratorio.

Enfocándonos a los métodos analíticos para la obtención de las propiedades dinámicas del suelo, se menciona los estudios de campo y laboratorio necesarios para la obtención de estos datos:

Tabla 1
Determinación de Propiedades Dinámicas del Suelo

PROPIEDAD	TIPO DE ENSAYO	TIPO DE SUELO	MÉTODO DE PRUEBA RECOMENDABLE
Módulo de Cortante G	Campo	Cualquiera	Geofísico.
	Laboratorio	Cualquiera	Triaxial, Corte Simple, Columna Resonante.
Coeficiente de Amortiguamiento	Laboratorio	Cualquiera	Triaxial, Columna Resonante.
Relación de Poisson	Campo	Cualquiera	Geofísico.
	Laboratorio	Cualquiera	Triaxial, normalmente se estima.
Resistencia Estática	Laboratorio	Cohesivo	Compresión No Confinada.
Compacidad Relativa	Campo	Granular	Penetración Estándar.
	Laboratorio	Granular	"Muestra Inalterada" si es posible.

Nota: (Gordillo, 2011).

2.2.2.1. Parámetros dinámicos del suelo de la Ciudad de Tacna

Alva Hurtado (2015) realizó una investigación en la ciudad de Tacna, usando los registros de 04 estaciones acelerográficas del sismo 22 de marzo del 2015, así como 25 sondeos geofísicos MASW, con los que se

obtuvo velocidades de ondas V_{s30} que varían de 326 m/s a 564 m/s, Módulos de Elasticidad que se encuentran dentro del rango de 135 kg/cm2 a 3 200 kg/cm2, módulos de corte que varían de 535 kg/cm2 a 3 200 kg/cm2 y períodos del suelo que varían de 0,10 s a 0,33 s, en los distritos de Ciudad Nueva, Alto de la Alianza, Pocollay y Tacna. Siendo los menores valores encontrados en los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza y los máximos en el distrito de Tacna. Los máximos valores de aceleraciones, espectros de seudoaceleración, períodos del suelo obtenidos corresponden al distrito de Ciudad Nueva.

Tabla 2 *Datos obtenidos de estaciones acelerográficas*

Ubicación	**SISMO DEL 22 de MARZO DEL 2015 ML=6.2 (IGP). Mw =6.4 (USGS)**		**Sondaje**	**Estrato**	**VS**	**Espesor**	**Prof.**	**Período caract. seg**	**Descripción**
	Aceleración Máxima cm/s	**Seudo aceleración espectral maxima (cm/s2)**			**(m/s)**	**(m)**	**(m)**		
TAC001 Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann **TACNA**	31.46	119.34	MASW 25	1	222.41	1.1	30	0.21	Material de cobertura, arena limosa de compacidad suelta con presencia de partículas de grava
				2	375.97	5.9			Grava bien gradada, de compacidad medianamente densa
				3	553.41	8.6			Grava bien gradada, de compacidad medianamente densa a densa
				4	673.56	14.4			Grava bien gradada de compacidad densa

TAC002 Universidad Privada de Tacna **POCOLLAY**	42.67	123.89	MASW 12	1	227.02	2.3	30	0.22	Arena limosa (ceniza volcanica) compacidad suelta a medio densa.
				2	441.63	6.6			Grava pobremente gradada, de compacidad medianamente densa
				3	580.62	6.7			Grava pobremente gradada, de compacidad medianamente densa a densa
				4	700.27	14.4			Grava pobremente gradada de compacidad densa
TAC003 Municipalidad de Ciudad Nueva **CIUDAD NUEVA**	42.69	193.99	MASW 22	1	181.76	5.3	30	0.29	Arena limosa de compacidad suelta
				2	396.45	10.3			Arena limosa de compacidad medianamente densa
				3	561.11	14.4			Arena limosa de compacidad medianamente densa a densa
TAC004 SENCICO **CIUDAD NUEVA**	59.87	252.05	MASW 18	1	175.59	5.3	30	0.30	Arena limosa de compacidad suelta
				2	296.65	12.8			Arena limosa de compacidad medianamente densa
				3	381.33	18.1			Arena limosa de compacidad medianamente densa a densa

Fuente: Alva Hurtado (2014)

En la Tabla 2 se muestra los valores obtenidos a distintas profundidades, de las ondas V_s, con su respectiva descripción del estrato, esto como parte del estudio de características dinámicas del suelo en la ciudad de Tacna asesorado por el Ing. Alva Hurtado.

2.2.3. Caracterización Estructural

2.2.3.1. Sistema Aporticado

Este sistema está conformado por vigas y columnas de hormigón armado las cuales están conectadas entre sí por medio de un diafragma rígido (losas) que permiten la transferencia de los momentos flectores y cargas axiales hacia las columnas (Barros & Peñafiel, 2015).

Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez (Norma de Diseño Sismo Resistente, 2018).

El sistema aporticado es uno de los más usados en la ciudad de Tacna, junto con el de muros de albañilería, por lo que es importante analizar muestras de este tipo de estructuras y demostrar el suelo de fundación tiene algún en su respuesta estructural. Es importante mencionar que el sistema aporticado nos permitirá transferir las cargas de la estructura a la cimentación, por lo que se debe de priorizar la continuidad de los elementos.

2.2.3.1. Cimentación

La cimentación constituye el elemento intermedio que permite transmitir

las cargas que soporta una estructura al suelo subyacente, de modo que no rebase la capacidad portante del suelo, y que las deformaciones producidas en éste sean admisibles para la estructura. Tenemos dos tipos de cimentación, dependiente de la profundidad de excavación: cimentación superficial y cimentación profunda



Figura 6 Estructura aporticada de 5 niveles.

Fuente: Revista Estructuras.

En la cimentación superficial, se encuentra el estrato duro o rocoso a pocos metros de la superficie, dentro de ellos tenemos:

Zapatas aisladas

Son elementos estructurales que se van a encargar de soportar una sola columna y de transmitir las cargas al suelo de fundación. El área de la

zapata irá variando hasta que el suelo soporte el esfuerzo transmitido sin problemas de asentamiento.

Las zapatas aisladas pueden ser un bloque macizo de concreto o pueden ser armadas en la parte inferior con varillas de acero en malla con una separación máxima entre barras de treinta centímetros.

Se debe considerar, como en todo elemento estructural, el debido recubrimiento, que es de 7 centímetros, para proteger la armadura de la corrosión.

Zapatas combinadas

Las zapatas combinadas se encargan de soportar más de una columna. Su dimensionamiento debe ser de tal manera que su centroide coincida con el centroide de las cargas que llegan a la zapata y como en toda cimentación el esfuerzo transmitido al suelo debe ser menor que el esfuerzo máximo admisible de éste. Se suelen usar zapatas combinadas de dos tipos: de lindero y las intermedias.

Cuando se tiene un suelo malo y la carga de lindero es alta, entonces se suele combinar las zapatas, de manera que las zapatas del lindero se unen con las zapatas interiores.

Zapata Conectada

Es aquella que está constituida por una zapata excéntrica y una zapata interior unida por una viga de conexión rígida, permitiendo controlar la rotación de la zapata excéntrica. Considerada como una solución económica para distancias entre ejes de columna mayores a 6 metros.

2.2.4. Interacción Suelo - Estructura:

Es la modificación del movimiento de terreno (en la base de la estructura) provocado por la presencia de la estructura. Existe una mayor interacción en la medida en la que el movimiento en la base de la estructura se ve modificado por la presencia de la estructura (Jinez, 2017).

La Interacción suelo estructura es un problema que puede ser formulado como un contacto dinámico entre la base y la estructura (figura 7 y 8). Asimismo, la formulación tradicional del cálculo de edificaciones, considerando el empotramiento perfecto de las columnas con las cimentaciones, nos lleva a la necesidad de una descripción más detallada de las condiciones de fijación de los apoyos de la edificación, esto es, a una formulación correcta de las condiciones de frontera (Villarreal, 2009).

Dentro del análisis a llevar a cabo se debe de considerar al modelo simple de péndulo invertido, donde el modelo empotrado solo considera un grado de libertad y el modelo considerando la flexibilidad del suelo nos da múltiples grados de libertad.

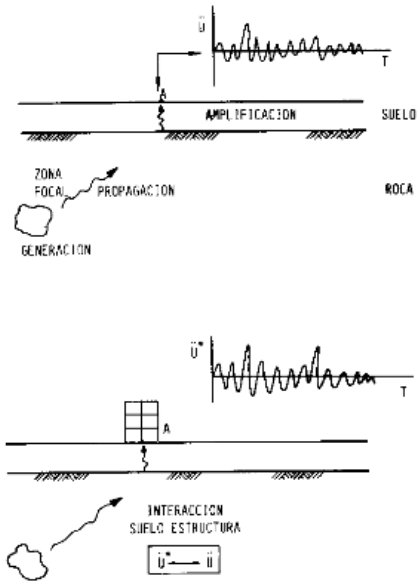


Figura 7 Modificación del movimiento en campo libre debido a la presencia de estructuras.

Fuente: A. Soriano, Interacción Suelo – Estructura

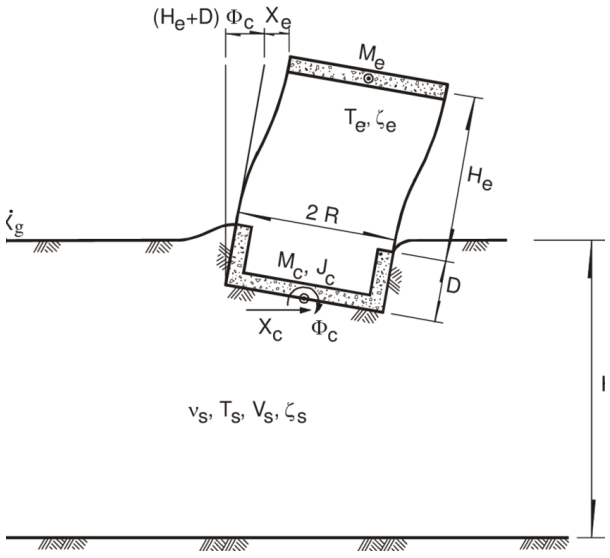


Figura 8 Modelo en el que el suelo influye en el comportamiento estructural cuando es sometida a una excitación sísmica.

Fuente: A. Soriano, Interacción Suelo – Estructura.

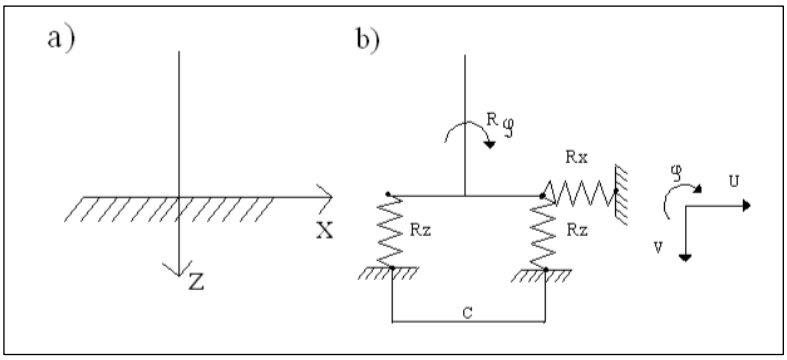


Figura 9 Esquema de péndulo Invertido con el apoyo empotrado a) y la flexibilidad del suelo b).

Fuente: Villarreal, Genner (2009). Interacción Sísmica Suelo – Estructura en Edificaciones con Zapatas Aisladas. (p. 24)

En la Actualidad existen modelos dinámicos aceptados y revalidados que representan, a través de coeficientes, la flexibilidad del suelo en la cual interactúa la estructura. Entre ellos tenemos:

Tabla 3 Modelos dinámicos para Interacción Suelo Estructura (ISE)

Referencia	**Modelo**	**Aplicación**
Rusia	Barkan - Savinov	Zapatas aisladas
Rusia	Ilichev	Zapatas aisladas y Losas de cimentación
Rusia	Sargsian	Zapatas aisladas
Rusia	Norma Rusa SNIP 2.02:05-87	Zapatas aisladas y Losas de cimentación
México	Norma Técnica Complementaria para Diseño por sismo 2004	Zapatas aisladas y Losas de cimentación
Otros	Winkler y Pasternak	Losas de cimentación
Otros	Elementos finitos	Zapatas aisladas y Losas de cimentación

Fuente: Propia

Para la presente tesis se trabajará con el Modelo de Barkan, que de acuerdo con trabajos anteriores realizados en diferentes ciudades del Perú, se adapta más para sistemas aporticado con zapatas aisladas.

2.2.5. Modelo dinámico D.D. Barkan – O.A. Savinov:

Es un modelo teórico-experimental, que está basado en la forma con la que interactúa la cimentación con la base de fundación en forma de un proceso establecido de vibraciones forzadas.

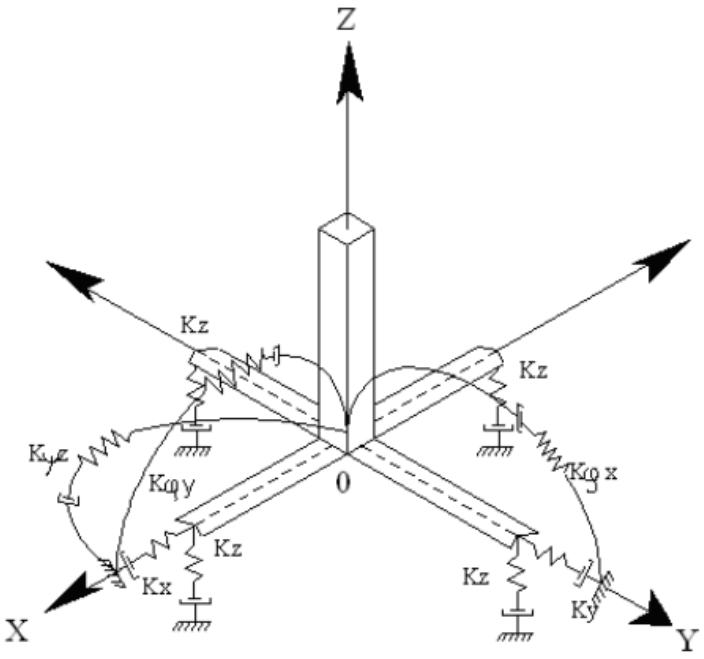


Figura 10 Esquema de una zapata aislada según el modelo de Barkan.

Fuente: Villarreal, Genner (2009). Interacción Sísmica Suelo – Estructura

El científico D.D. Barkan propuso unos coeficientes de rigidez que estén en función de los coeficientes de compresión y desplazamiento elástico que afectan la inercia y el área. En este modelo se restringe el giro alrededor del eje Z, por lo tanto, solamente se calculan cinco de los seis grados de libertad, según siguientes ecuaciones:

$$K_z = C_z A$$

$$K_x = C_x A$$

$$K_\phi = C_\phi I$$

Donde:

C_z, C_ϕ : Coeficientes de compresión elástica uniforme y no uniforme

C_x : Coeficiente de desplazamiento elástico uniforme;

A : Área de la base de la cimentación;

I : Momento de inercia de la base de la cimentación respecto al eje principal z, perpendicular al plano de vibración.

Los coeficientes C_x, C_z y C_ϕ, no dependen únicamente de las características elásticas del suelo sino también de otros factores, es por esto que es necesario analizarlos de tal forma que se puedan encontrar las expresiones adecuadas para su cálculo. Dos modelos fueron analizados: modelo de semiespacio elástico isotrópico con poco peso y el modelo M.M.

Filonenko-Borodich, obteniéndose las fórmulas 4.2, para los coeficientes de compresión y desplazamiento elástico:

$$C_z = X_z \cdot \frac{E}{1-\mu^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{A}}$$

$$C_x = X_x \cdot \frac{E}{(1 - X_x \cdot \mu).(1+\mu)} \cdot \frac{1}{\sqrt{A}}$$

$$C_\varphi = X_\varphi \cdot \frac{E}{1-\mu^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{A}}$$

Donde:

X_z, X_x, X_ϕ : Coeficientes, dependientes de la relación de las dimensiones de la base de la cimentación;

μ : Coeficiente de Poisson del suelo.

En su libro Interacción Sísmica Suelo –Estructura en edificaciones con Zapata Aislada, G. Villareal (2009, p.29-30) señala que:

Las investigaciones realizadas por diversos investigadores, muestran que las fórmulas (2.2) nos llevan a ciertos errores, aunque estas dependencias en sentido general son cercanas a la realidad. Las principales deficiencias de este modelo, consiste en que no describe la dependencia entre los coeficientes C_z, C_x, C_ϕ con las dimensiones de la

base de la cimentación, y lo que es mucho más importante, no considera las propiedades inerciales de los suelos.

Las siguientes precisiones de tal modelo se realizaron en base a las investigaciones teóricas, efectuadas por el científico O.A. Shejter para el problema de vibraciones forzadas de un cuño circular muy pesado, apoyado sobre un semiespacio elástico isotrópico pesado. Aunque la concepción de masa “adherida” del suelo, introducida por O.A. Shejter, no tuvo una repercusión directa, las investigaciones teóricas y experimentales permitieron identificar la dependencia de los coeficientes C_z, C_x, C_ϕ con la presión estática ρ, que transmite la cimentación a la base.

Finalmente, podemos determinar los coeficientes de compresión y desplazamiento del modelo D.D. Barkan-O.A. Savinov como:

$$C_z = C_o \,.\left[1 + \frac{2\,.\,(a+b)}{\Delta\,.\,A}\right].\sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

$$C_x = D_o \,.\left[1 + \frac{2\,.\,(a+b)}{\Delta\,.\,A}\right].\sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

$$C_\varphi = C_o \,.\left[1 + \frac{2\,.\,(a+3b)}{\Delta\,.\,A}\right].\sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

Donde:

C_o, D_o : coef. determinados por experimentos realizados para $\rho = \rho_o$

a, b : dimensiones de la cimentación en el plano.

Δ : coef. empírico, asumido para cálculos prácticos igual a $\Delta = 1m^{-1}$

Para el coeficiente D_o, como se mostraron en los experimentos, se puede utilizar la dependencia empírica:

$$D_o = \frac{1-\mu}{1-0{,}5\,.\,\mu}\,.\,C_o$$

Para cálculos prácticos se recomienda utilizar las siguientes fórmulas:

$$C_o = 1{,}7\,.\frac{E_o}{(1-\mu^2)}\,.10^{-3}\,\left(\frac{kg}{cm}\right)$$

$$D_o = 1{,}7\,.\frac{E_o}{(1+\mu).(1-0{,}5\,.\,\mu)}\,.10^{-3}\,\left(\frac{kg}{cm}\right)$$

Donde:

E_o: Módulo de elasticidad, calculado experimentalmente para presión estática del suelo de 0,1-0,2 kg/cm2. También se pueden usar los valores del coeficiente C_o cuando ρ_o = 0,2 kg/cm2, elegidos de acuerdo al tipo de

perfil de suelo de la base de fundación, a través de la siguiente tabla.

Tabla 4 *Coeficientes Co para distintos tipos de suelos*

Tipo de perfil	**Características de la base de fundación**	**Suelo**	**C_o (kg/cm^3)**
S1	Roca o suelos muy rígidos	Arcilla y arena arcillosa dura ($I_L < 0$)	3,0
		Arena compacta ($I_L < 0$)	2,2
		Cascajo, grava, canto rodado, arena densa	2,6
S2	Suelos Intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica ($0,25 < I_L \leq 0,5$)	2,0
		Arena plástica ($0 < I_L \leq 0,5$)	1,6
		Arena polvorosa medio densa y densa ($e \leq 0,8$)	1,4
		Arenas de grano fino, mediano y grueso, independientes de su densidad y humedad	1,8
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad ($0,5 < I_L \leq 0,75$)	0,8
		Arena plástica ($0,5 < I_L \leq 1$)	1,0
		Arenas polvorosa, saturada, porosa ($e > 0,80$)	1,2
S4	Condiciones excepcionales	Arcilla y arena arcillosa muy blanda	0,6
		Arena movediza ($I_L > 1$)	0,6

Fuente: Villarreal, Genner (2009). Interacción Sísmica Suelo – Estructura en Edificaciones con Zapatas Aisladas. (p. 31)

Se puede indicar que el modelo dinámico analizado D.D. Barkan - O.A. Savinov es teórico-experimental, basado en la interacción de la cimentación con la base de fundación en forma de proceso establecido de vibraciones forzadas.

Esta suposición permitió diversas críticas fundamentadas científicamente, tratándose de su aplicación del determinado modelo en el

cálculo sísmico de edificaciones considerando la interacción suelo-estructura. Esto es mucho más claro, porque es conocido que el sistema suelo-estructura ante sismos se analiza como un proceso ondulatorio no estacionario.

2.2.6. Respuestas de Edificios al Movimiento Sísmico

El movimiento tectónico libera energía potencial que posteriormente se transmite a través de ondas sísmicas que atraviesan los estratos que del suelo, dispersándose en todos los sentidos hasta llegar a la superficie, estas ondas activan las propiedades dinámicas del suelo, y en cierta forma el suelo responde tratando de disipar la energía en otros tipos de energía, cuando las ondas llegan a la base de la cimentación ocurre un fenómeno muy difícil de comprender y sobre todo de modelar, llamado interacción suelo-estructura, en función de esto se han desarrollado diversas teorías que tratan de explicar este comportamiento cuya finalidad primordial es la obtención de parámetros dinámicos representativos de este fenómeno.

Cuando la onda impacta la estructura, es conveniente que ésta tenga un comportamiento que garantice la seguridad en todos los aspectos; a causa de esto, se han desarrollado teorías que tratan de representar la respuesta del sistema suelo-estructura con la cual se pueda tener un diseño óptimo y que tome en consideración el comportamiento en conjunto.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

- Tipo: El tipo de investigación del presente proyecto es APLICATIVA.
- Método: El método de investigación del presente proyecto será INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA.
- Diseño: El diseño del presente proyecto será DESCRIPTIVO CORRELACIONAL.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

La muestra de estudio es una edificación aporticada de concreto armado de 6 niveles de 2,8 metros de altura por nivel, con irregularidad en planta y zapatas aisladas. La estructura aporticada es un sistema estructural típico en la ciudad de Tacna para la construcción de edificios de uso oficinas y centros comerciales, debido a la facilidad de realizar modificaciones en las divisiones interiores ya que los muros no transmiten cargas.

La población está formado por las zonas norte, centro y sur de la ciudad de Tacna, que comprende los distritos de Ciudad Nueva, Alto de la Alianza,

Cercado y centro poblado menor de Leguía; además se tendrá en cuenta el plano de zonificación de peligros propuesto por INDECI en el 2004.

3.3. PROCESOS DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN:

Se realizaron las siguientes actividades:

a) Se recolectó Estudios de Suelos del Laboratorio de Concreto y Geotecnia del Gobierno Regional, Mapa de zonificación del Instituto Nacional de Defensa Civil, Características dinámicas del Suelo de Tacna del Ing. Alva Hurtado, Sismicidad en la Región del Instituto Geofísico del Perú entre otros.
b) Elección de los puntos A, B y C dentro de las zonas de Alto de la Alianza, Cercado de Tacna y C.P. Leguía respectivamente, para ello se tuvo en cuenta el mapa de zonificación de peligros geológicos-geotécnicos, en el cual se muestra la variedad de suelos en la ciudad de Tacna. Para la elección se tuvo en cuenta:
   - Disponibilidad de Estudio de Suelos anteriores en la zona.
c) Procesamiento de la información de los estudios de suelos para la determinación de los parámetros que se usarán durante el análisis dinámico modal espectral.
d) Presentación de la edificación aporticada de concreto armado de 6 niveles de 2,8 metros de altura por nivel, con irregularidad en

planta y con zapatas aisladas. Se detalla los planos de arquitectura y estructuras, así como también las características de la estructura para la realización del modelo dinámico.

e) Procesamiento de los datos del suelo usando el Modelo de D.D. Barkan – O.A. Savinov para lo cual se realizaron los siguientes cálculos:
   - Cálculo de la presión estática ρ.
   - Cálculo de los Coeficientes Cz, Cx, Cφ de compresión elástica uniforme y no uniforme.
   - Cálculo de los Coeficientes de rigidez Kz, Kx, Kφ.

f) Después de obtener los coeficientes de rigidez, se realizó el modelado dinámico de la estructura en el software ETABS v16.1, considerando inicialmente los apoyos empotrados.

g) Se elaboró el modelado dinámico de la estructura considerando las características del suelo en el software ETABS v16.1, donde se representan los apoyos mediantes resortes.

h) Comparación y análisis de los resultados:
   - Fuerzas internas de los elementos estructurales.
   - Derivas de entrepiso.
   - Periodo de Vibración.

i) Conclusiones, aportes y recomendaciones finales

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la presente tesis, la recolección de datos consistió en la obtención de estudios de suelos correspondiente a la Institución Educativa Inicial Jorge Basadre Grohmann (2013) en el distrito de Alto de la Alianza, estudio del Hospital Hipólito Unanue (2012) en el Cercado de Tacna y el estudio para la Infraestructura de la Dirección Regional de Trabajo (2013) en el C.P. Leguía realizado por el Gobierno Regional de Tacna, Estudios de microtrepidaciones del CISMID, mapa de zonificación del INDECI, así como trabajos y tesis sobre investigación de la interacción suelo estructura.

3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Para el procesamiento de datos, se usó el modelo dinámico de Barkan, para lo cual se determinaron las masas y coeficientes de rigidez de las zapatas, luego se siguió el procedimiento de análisis dinámico espectral de la Norma E.030, E.020 y E.060, para ello se necesitó del software ETABS V16.2 para el cálculo analítico y además de Hojas Excel para la comparación y cálculos auxiliares.

CAPÍTULO IV

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de Tacna se encuentra ubicada dentro de la zona 4 de acuerdo a la zonificación de Norma E.030 (ver Figura 11), donde según la distribución de la sismicidad en el país, para la franja de color rojo representa la probabilidad de ocurrencia de la aceleración sísmica de 0.45g



Figura 11 Mapa de Zonificación del Perú.

Fuente: Norma E.030 (2017)

Asimismo, a nivel provincial, la ciudad de Tacna está subdividido (ver Figura 12) en 4 zonas de peligro sísmico (INDECI, 2004):

- Zona de Peligro Bajo
- Zona de Peligro Medio
- Zona de Peligro Alto
- Zona de Peligro Muy Alto

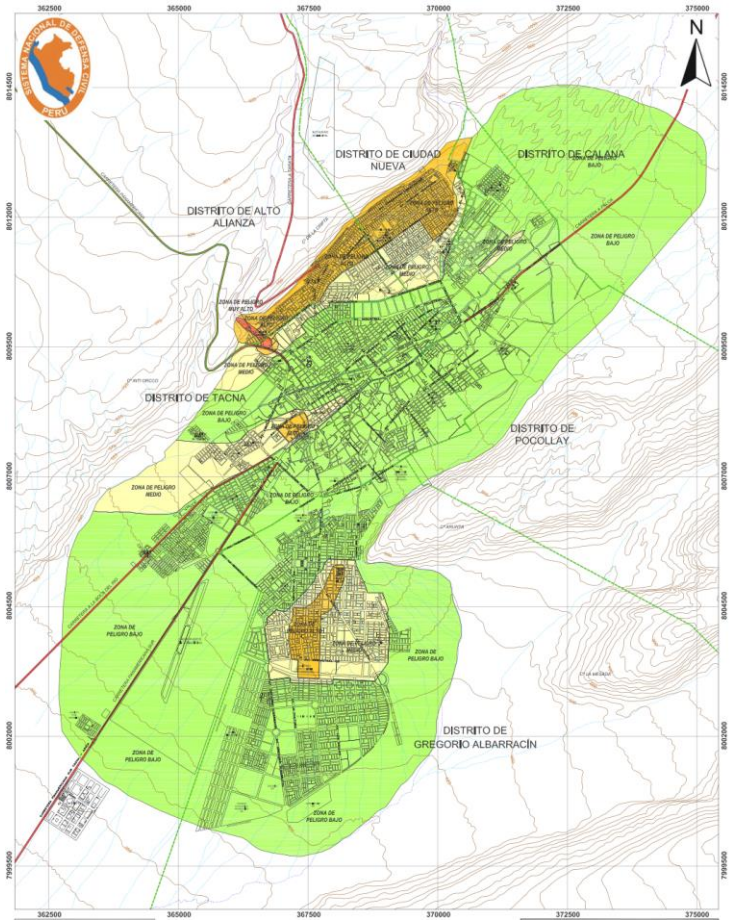


Figura 12 Mapa de Zonificación de Peligros Geológicos-Geotécnicos.

Fuente: INDECI (2004)

Siendo las zonas de Peligro Alto y Muy Alto las de mayor riesgo de daño ante un movimiento sísmico ya que los suelos en estas zonas están caracterizados por la presencia de arenas limosas y arenas limo-arcillosas que originan efectos de sitio como amplificación sísmica y ocurrencia de colapso.

Como se aprecia en la Figura 12, son las zonas de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza las que están ubicadas sobre zonas de Peligro Medio, Alto y Muy Alto. Un sector de la zona sur de la Ciudad se encuentra también sobre este tipo de zona. Para la presente Tesis se usará las características geológicas-geotécnicas de las zonas de Peligro Bajo, Medio y Alto. En la Figura 13 se muestran las ubicaciones de los sitios de estudio donde se proyectará un edificio aporticado de 6 niveles con zapatas aisladas.

Tabla 5 *Puntos de estudio en la ciudad de Tacna*

Punto	**Zona**	**Distrito**	**Peligro Sísmico**
A	Norte	Alto Alianza	Alto
B	Centro	Cercado	Medio
C	Sur	Leguía	Bajo

Fuente: propia

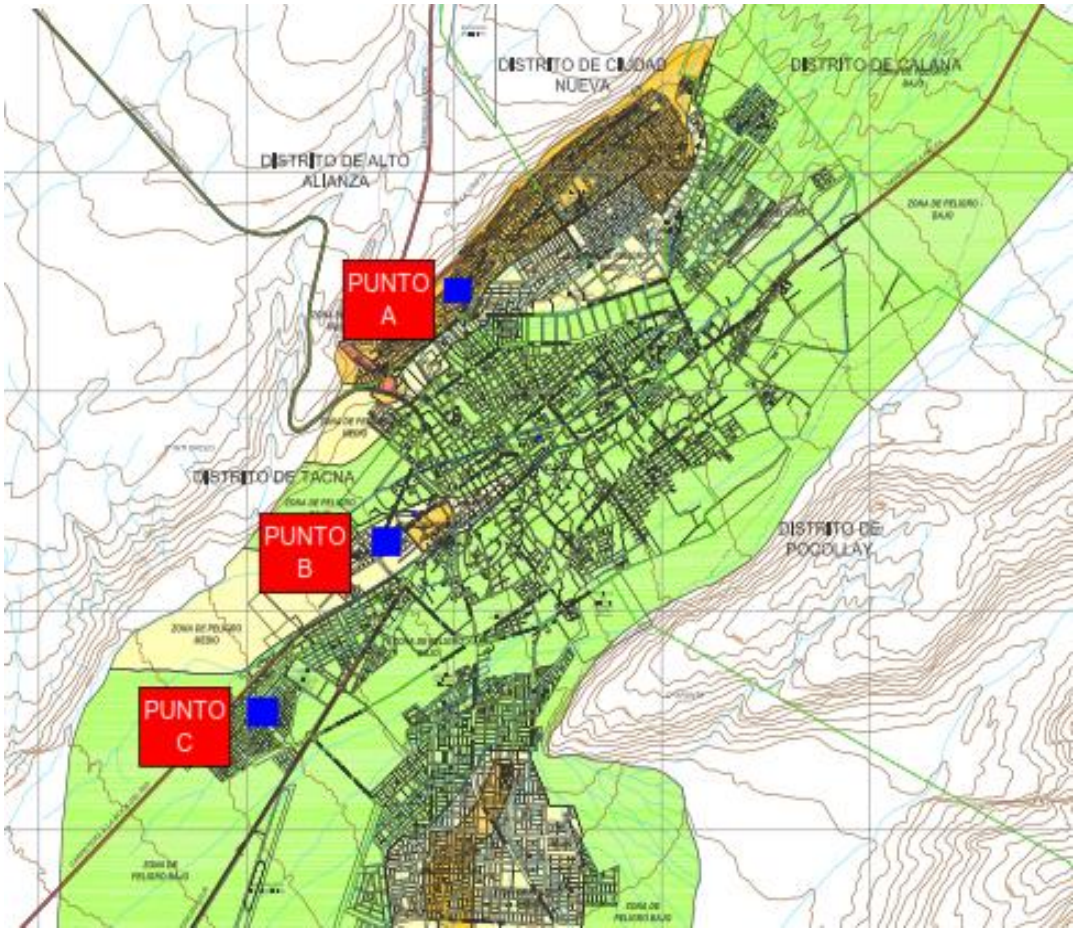


Figura 13 Plano de ubicación de los puntos dentro de la ciudad de Tacna.

Fuente: Propia

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

Se muestra las características de los suelos según los estudios de suelos proporcionados por el laboratorio del Gobierno Regional de Tacna. Para el Punto A se toma el estudio de suelo correspondiente a la Institución Educativa Inicial Jorge Basadre Grohmann (2013), para el punto B se toma

el estudio del hospital Hipólito Unanue (2012) y para el punto C se toma el estudio para la Infraestructura de la Dirección Regional de Trabajo (2013).

PUNTO A – ALTO DE LA ALIANZA

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

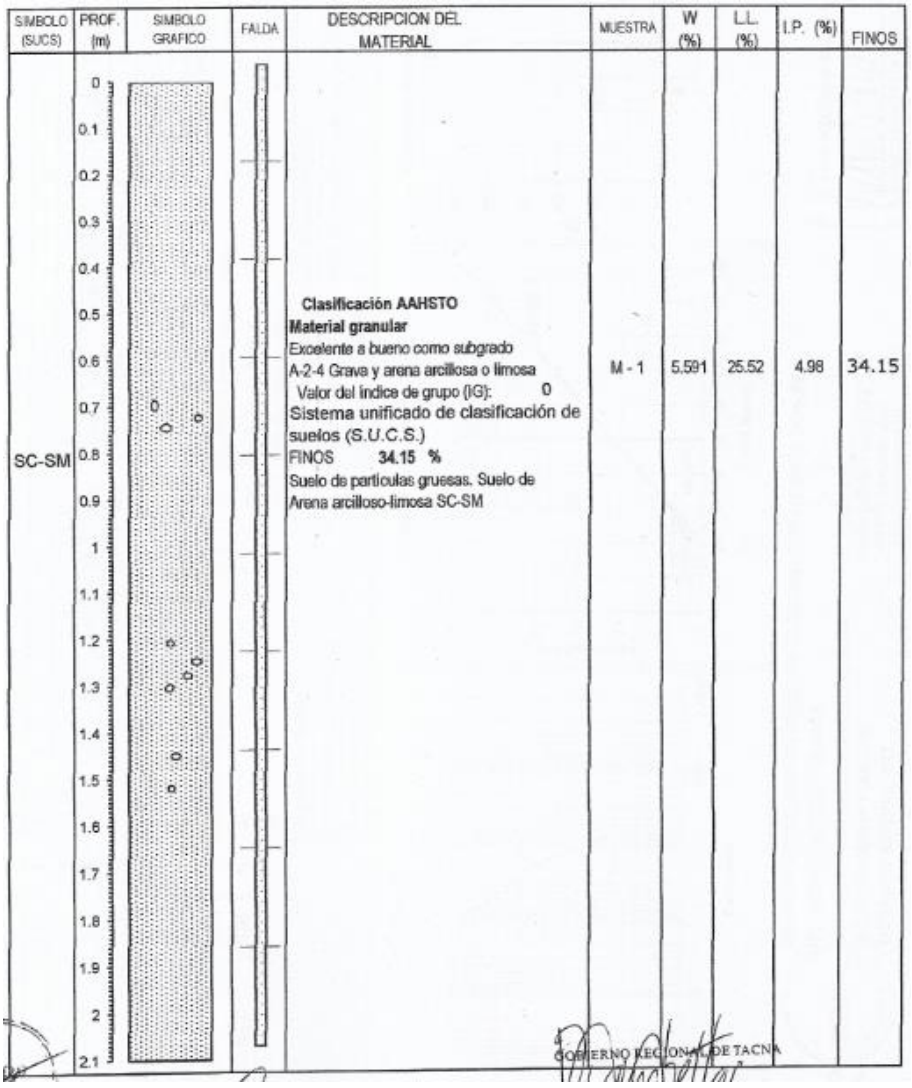


Figura 14 Perfil estratigráfico del suelo de cimentación para el Punto A
Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos – Gobierno Regional de Tacna (Anexo 01)

- Tipo de Suelo : Arena Arcillosa - Limosa
- Módulo de Elasticidad del Suelo : 191 kg/cm2
- Densidad del Suelo : 1,448 tn/m3
- Coeficiente de Poisson del Suelo : 0,35
- Ángulo de Fricción Interna del Suelo : 31,83°
- Peso Específico del Suelo : 1,45 tn/m3
- Capacidad Portante : 1,08 kg/cm2
- Profundidad de Cimentación : 1,50 m

PUNTO B – CERCADO DE TACNA

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

- Tipo de Suelo : Arena Limosa
- Módulo de Elasticidad del Suelo : 215 kg/cm2
- Densidad del Suelo : 1,711 tn/m3
- Coeficiente de Poisson del Suelo : 0,30
- Ángulo de Fricción Interna del Suelo : 28,17°
- Peso Específico del Suelo : 1,71 tn/m3
- Capacidad Portante : 1,35 kg/cm2

Profundidad de Cimentación : 1,50 m

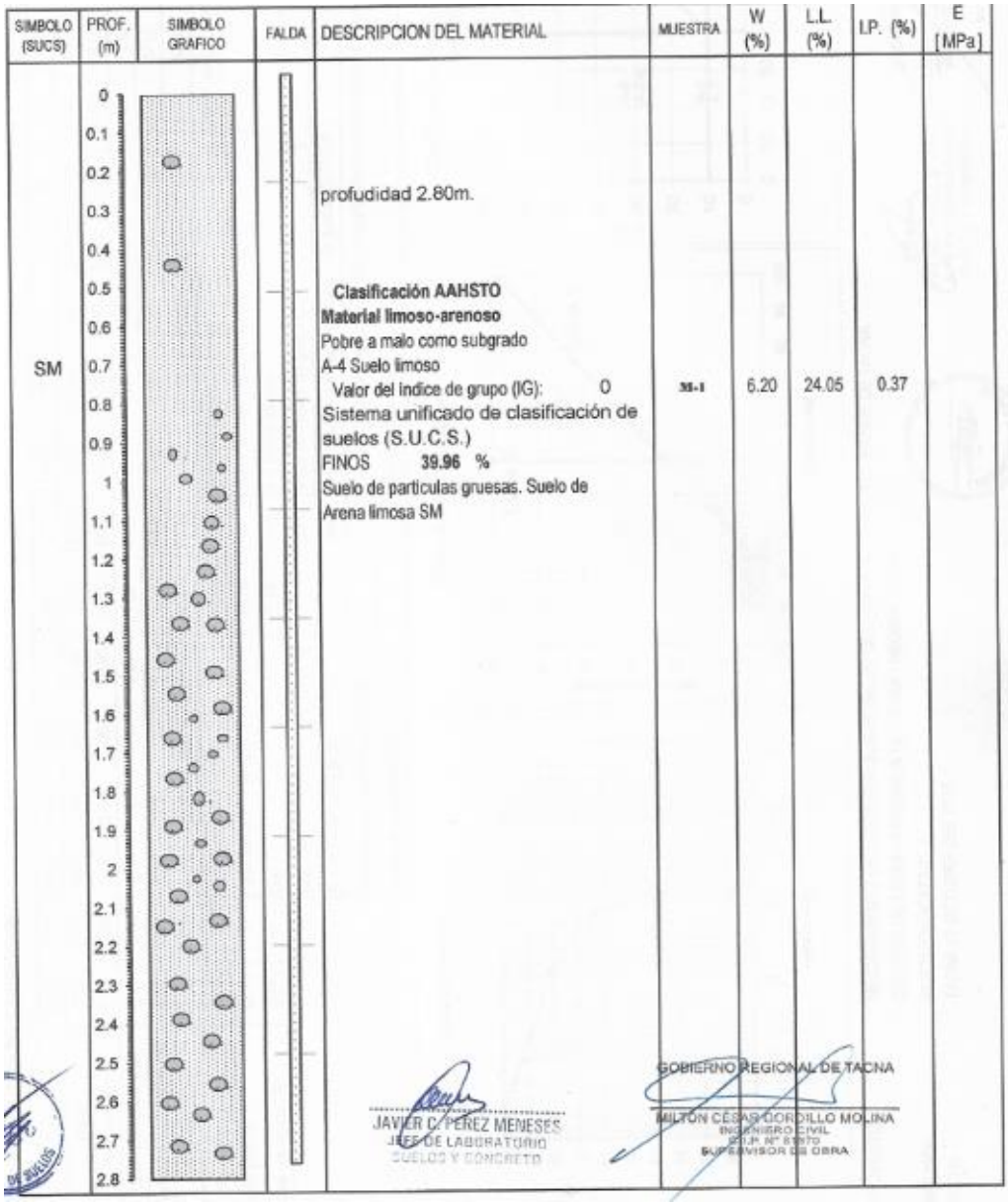
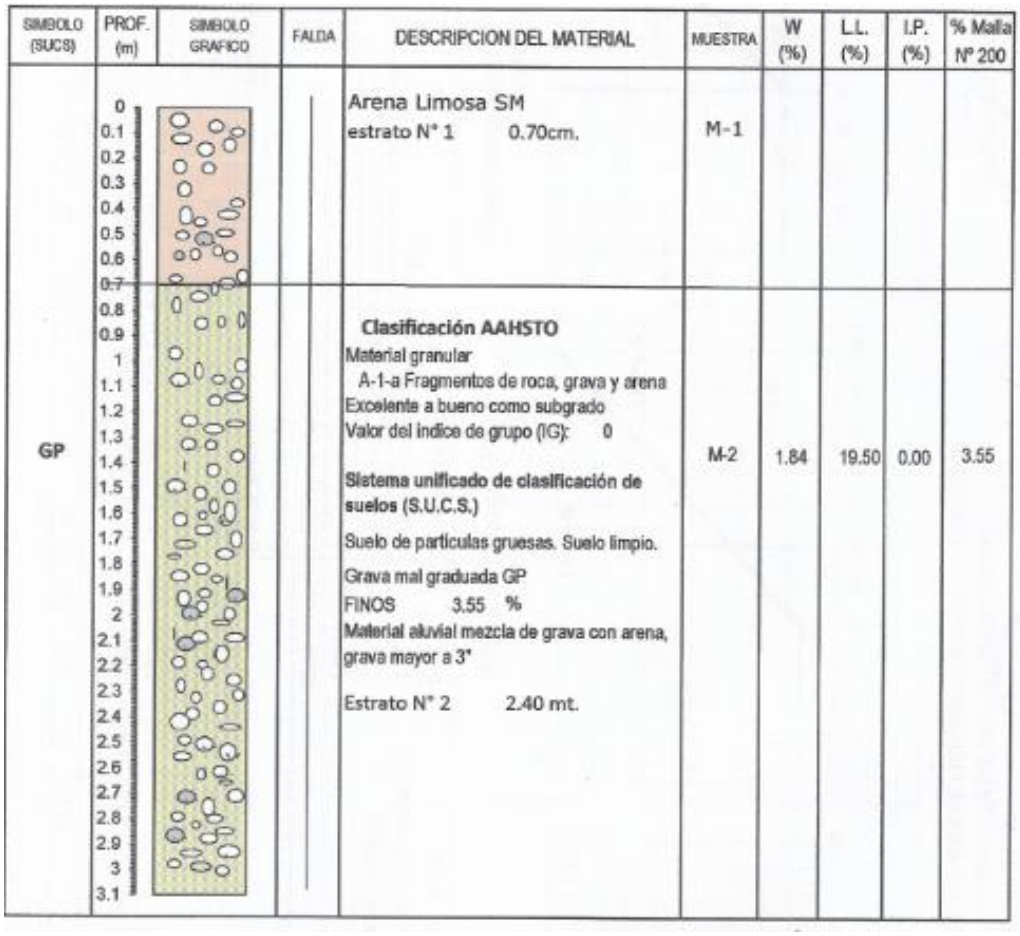


Figura 15 Perfil estratigráfico del suelo de cimentación para el Punto B
Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos – Gobierno Regional de Tacna (Anexo 01)

PUNTO C – C. P. LEGUÍA

PERFIL ESTRATIGRÁFICO



SIMBOLO (SUCS)	PROF. (m)	SIMBOLO GRAFICO	FALDA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	% Malla Nº 200
	0 – 0.7			Arena Limosa SM estrato N° 1 0.70cm.	M-1				
GP	0.8 – 3.1			**Clasificación AAHSTO** Material granular A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena Excelente a bueno como subgrado Valor del indice de grupo (IG): 0 **Sistema unificado de clasificación de suelos** (S.U.C.S.) Suelo de particulas gruesas. Suelo limpio. Grava mal graduada GP FINOS 3.55 % Material aluvial mezcla de grava con arena, grava mayor a 3" Estrato N° 2 2.40 mt.	M-2	1.84	19.50	0.00	3.55

Figura 16 Perfil estratigráfico del suelo de cimentación para el Punto C
Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos – Gobierno Regional de Tacna (Anexo 01)

- Tipo de Suelo : Grava Mal Graduada
- Módulo de Elasticidad del Suelo : 675 kg/cm2
- Densidad del Suelo : 1,898 tn/m3
- Coeficiente de Poisson del Suelo : 0,30
- Ángulo de Fricción Interna del Suelo : 31,95°

- Peso Específico del Suelo : 1,93 tn/m3
- Capacidad Portante : 1,85 kg/cm2
- Profundidad de Cimentación : 1,50 m

4.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura de la presente tesis es un edificio aporticado de oficinas con irregularidad en planta. Consta de 6 niveles con alturas típicas de entrepiso de 2,8 m y las dimensiones en planta son de 12 m x 20 m. (ver Figura 17)

- Resistencia del Concreto : f'_c = 210 kg/cm2
- Módulo de elasticidad del concreto : E_c= 2509980.0 Ton/m2
- Peso específico del concreto : γ_c= 2.4 Ton/m3
- Coeficiente de poisson del concreto : μ= 0.20
- Carga viva de 1er piso a 5to piso : 0.2 Tn/m2
- Carga viva en último piso : 0.1 Tn/m2
- Tipo de Losa : Losa Maciza de 15 cm

Tabla 6 *Cuadro de detalle de columnas y vigas*

Elemento	a (m)	b (m)	Área (m2)
C1	0,60	0,40	0,24
C2	0,60	0,60	0,36
C3	D = 0,70		0,38

V1	0,40	0,25	0,10
PVCH	0,15	0,20	0,30

Fuente: propia

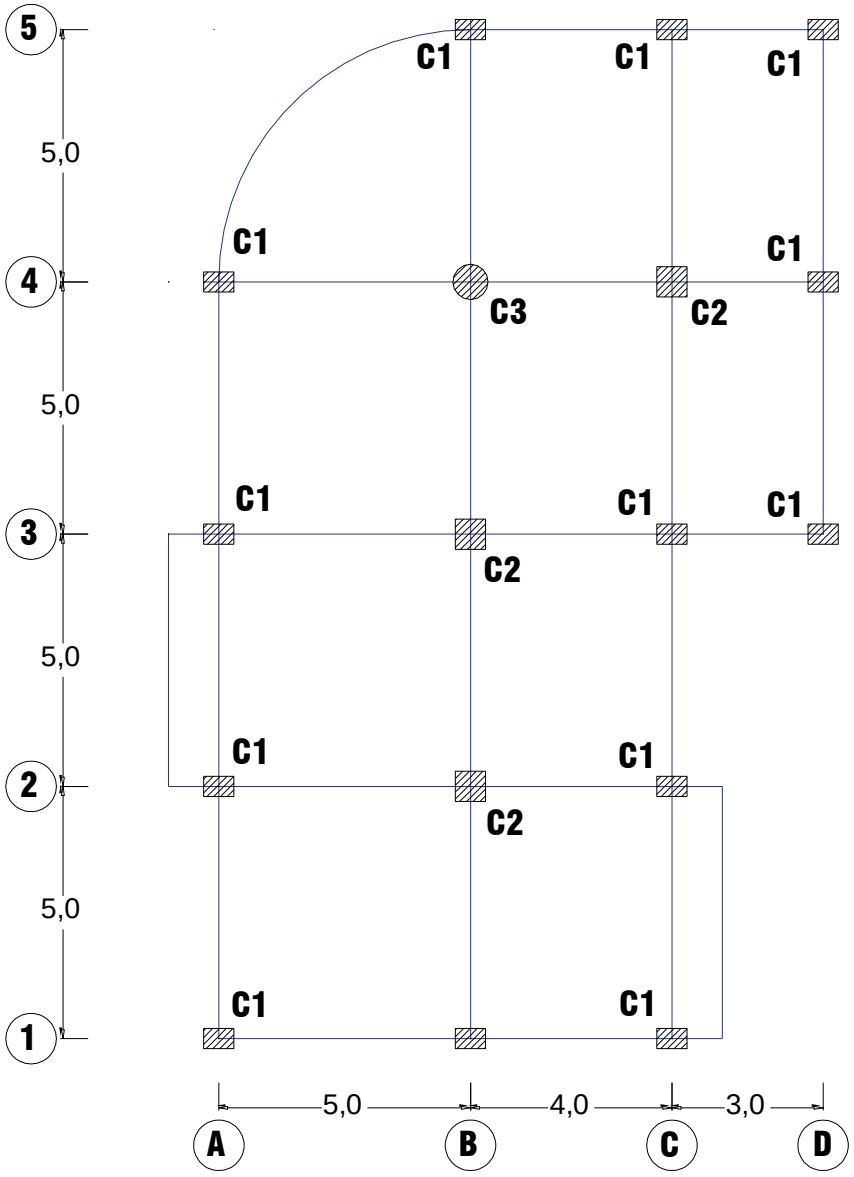


Figura 17 Esquema en Planta de estructura de 6 niveles con irregularidad.

Fuente: propia

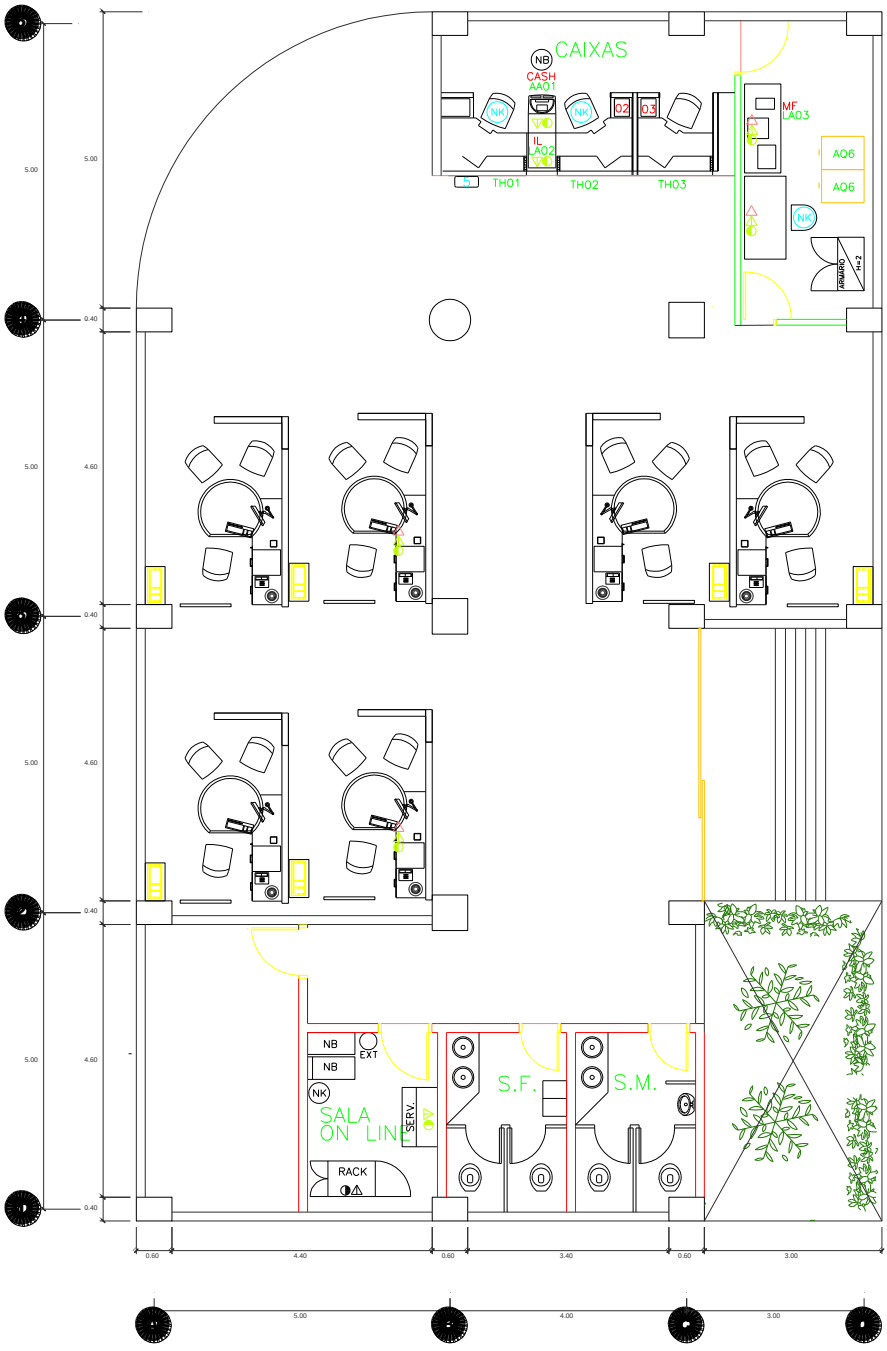
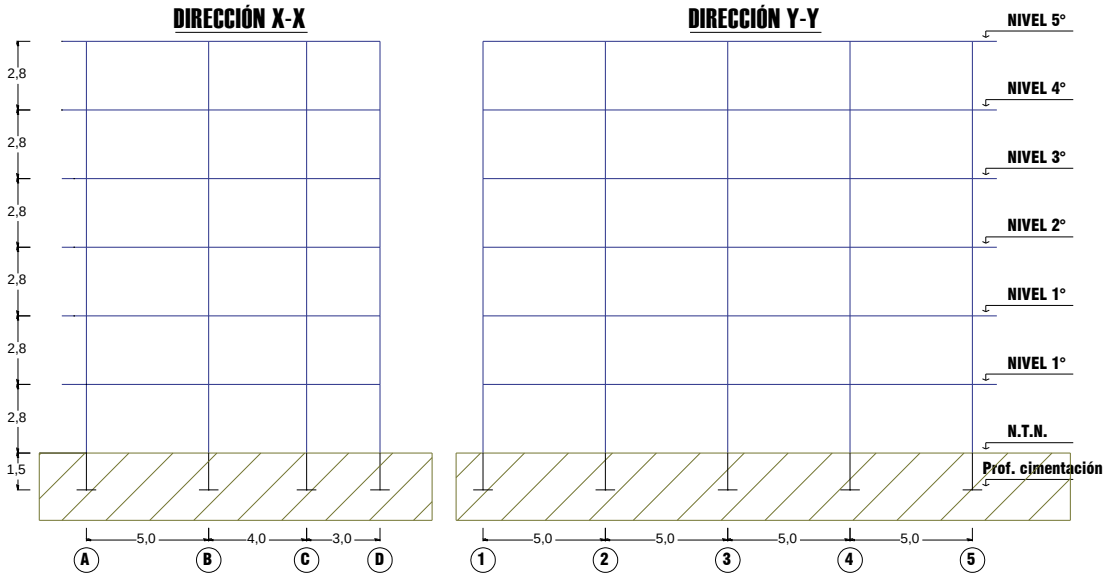


Figura 18 Distribución de la arquitectura de oficinas.

Fuente: propia



a) b)

Figura 19 Vista elevación de estructura de 6 niveles con regularidad en altura, a) vista en la dirección X-X, b) vista en la dirección Y-Y.

Fuente: propia

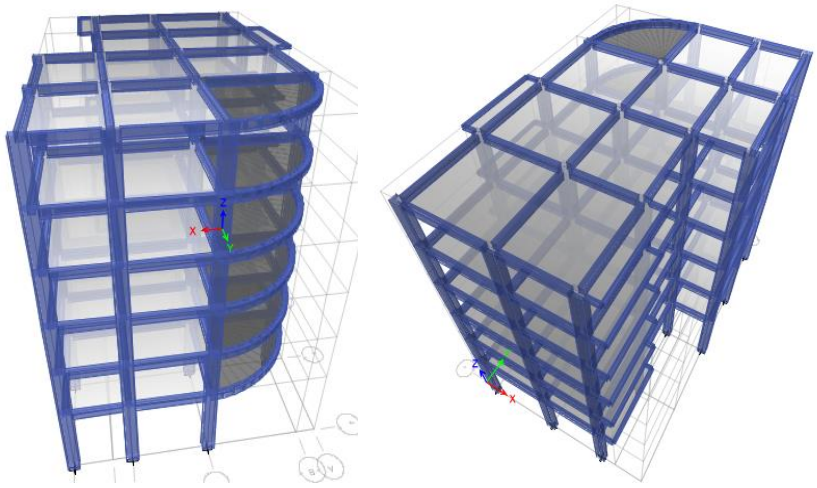


Figura 20 Vista en 3D del Edificio Aporticado para oficinas de 6 Niveles.

Fuente: propia

Se usó zapatas aisladas para el edificio aporticado de 6 niveles, debido

a que es el sistema de cimentación convencional usado en la ciudad de Tacna, el esquema es como se detalla en la figura 21:

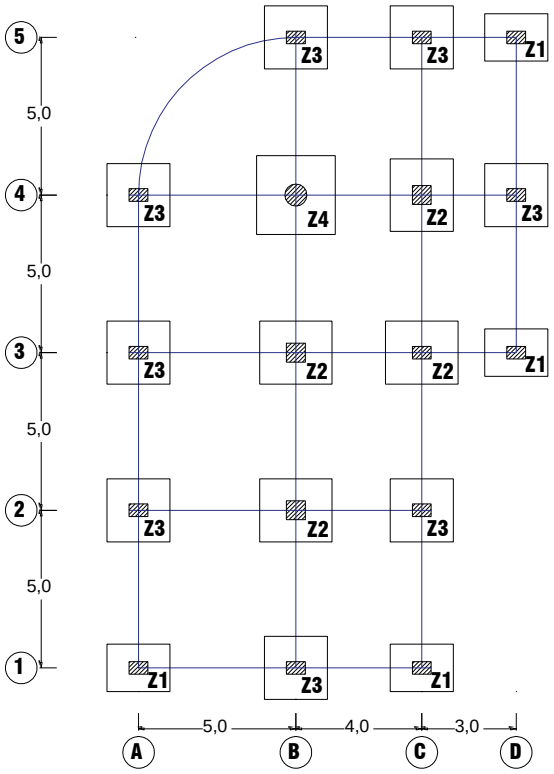


Figura 21 Esquema de distribución de zapatas aisladas.

Fuente: propia

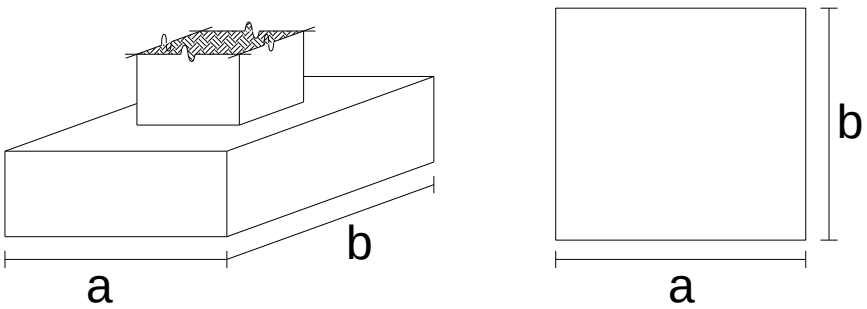


Figura 22 Dimensiones de las zapatas aisladas.

Fuente: propia

Tabla 7 Cuadro de dimensiones de las zapatas

Denominación	a (m)	b (m)	h (m)	Área (m2)
Z1	2,0	1,5	0,5	3,00
Z2	2,0	2,3	0,5	4,60
Z3	2,0	2,0	0,5	4,00
Z4	2,5	2,5	0,5	6,25

4.4. CARGAS

Se consideró los contemplados en la Norma E.020 Cargas.

4.4.1. CARGA MUERTA

- Peso del concreto = 2,40 t/m3
- Peso losa maciza (15 cm) = 0,36 t/m2
- Peso de piso terminado = 0,10 t/m2
- Tabiques de albañilería = 0.15 t/m2

4.4.2. CARGA VIVA

- s/c oficinas = 0,25 t/m2.
- Techo de último piso = 0,10 t/m2.

Para la determinación del peso de la edificación se tomará lo estipulado por la norma E.030, el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva.

4.4.3. CARGA SÍSMICA

Se considera las fuerzas actuantes para el análisis dinámico modal espectral especificado en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

4.5. ANÁLISIS ESTÁTICO - DINÁMICO

La interacción suelo-estructura estará representado en los modelos dinámicos de BARKAN que serán modelados en el Software ETABS v16.1. Se presentarán los resultados para la estructura en estudio cimentada en tres suelos característicos de la ciudad de Tacna, asimismo se realiza la comparación con el modelo dinámico empotrado que no considera la interacción suelo estructura.

4.5.1. ANÁLISIS MODAL

Es la determinación de las formas en la cual vibrará la estructura, según sea la participación de las masas de entrepiso, independiente de la fuerza que se aplique.

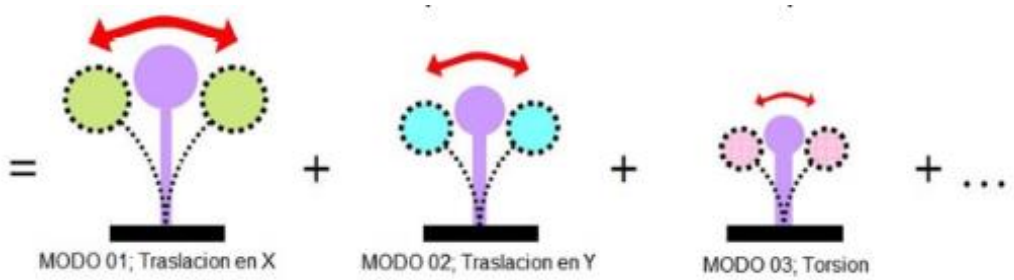


Figura 23 Modos de vibración de un modelo de péndulo invertido.

Fuente: Condori, 2009

La cantidad de modos de vibración depende del porcentaje de participación de masa acumulados.

Tabla 8 Número mínimo de modos por piso.

N° de Pisos	N° mínimo de Modos	1er Periodo 0,1*(N° de pisos)
≤ 5	3	0,5 s
6 -7	5	0,6 s – 1 s
11 - 15	8	1,1 s – 1,5 s
≥ 16	10	≥1,6 s

Fuente: Condori, 2009

4.5.1.1. DETERMINACIÓN DE LAS MASAS

Se toma los pesos por nivel obtenidos de la suma del 100% de la carga muerta y 25% de la carga viva y se divide por la aceleración de la gravedad (9,81 m/s2).

Tabla 9 Masas de entrepiso

PISO	Mass X	Mass Y
	tonf-s²/m	tonf-s²/m
Piso 01	21,437	21,437
Piso 02	20,595	20,595
Piso 03	20,595	20,595
Piso 04	20,595	20,595
Piso 05	20,595	20,595
Piso 06	18,204	18,204

Fuente: Propia

4.5.1.2. GRADOS DE LIBERTAD

La estructura cuenta con 3 grados de libertad por nivel (2 traslacionales y 1 rotacional) siendo una estructura con 6 niveles, se cuenta en total con 18 grados de libertad.

Tabla 10 Participación de la Masa en los 18 grados de libertad

Modo	Factor de Participación X	Factor de Participación Y	Acumulado X	Acumulado Y
1	0,450	85,910	0,450	85,910
2	74,820	0,910	75,270	86,820
3	10,850	0,330	86,120	87,150
4	0,050	9,060	86,160	96,210
5	8,680	0,070	94,850	96,280
6	1,260	0,050	96,100	96,330
7	0,010	2,540	96,110	98,870
8	2,360	0,010	98,470	98,890
9	0,360	0,020	98,840	98,900
10	0,001	0,810	98,840	99,710
11	0,770	0,003	99,600	99,720
12	0,100	0,010	99,710	99,720
13	0,000	0,230	99,710	99,950
14	0,220	0,001	99,930	99,950
15	0,020	0,002	99,950	99,960
16	0,000	0,040	99,950	100,000
17	0,040	0,000	100,000	100,000
18	0,003	0,001	100,000	100,000

Fuente: Propia

Siendo suficiente considerar solo los primeros 5 primeros modos de vibración, ya que se supera el 90% de participación modal de la masa (94,85%).

4.5.1.3. MODOS DE VIBRACIÓN

De acuerdo a lo indicado anteriormente, se muestra los periodos de vibración de los 5 primeros modos de vibración.

Tabla 11 Periodos de vibración para los 5 primeros modos

Modo	Periodo (s)
1	0,992
2	0,846
3	0,734
4	0,299
5	0,252

Fuente: Propia

Siendo el modo 2 el que determina el periodo natural de vibración en la dirección X (0,846 s) y el modo 1 el que determina el periodo natural de vibración en la dirección Y (0,992 s), debido al porcentaje de participación de la masa mayor respectivamente para cada dirección.

4.5.1.4. CENTRO DE MASA Y CENTRO DE RIGIDEZ

Se han considerado 6 diafragmas rígidos distintos para cada nivel, de

los cuales se han determinado en el programa ETABS el centro de masa y centro de rigidez.

Tabla 12 Coordenadas de los centros de masa y rigidez

PISO	CENTRO DE MASA (m)		CENTRO DE RIGIDEZ (m)		Δ (m)	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
Piso 01	6,597	10,294	7,083	10,683	0,486	0,389
Piso 02	6,572	10,288	7,039	10,874	0,467	0,586
Piso 03	6,572	10,288	7,013	10,972	0,441	0,684
Piso 04	6,572	10,288	6,995	11,018	0,423	0,730
Piso 05	6,572	10,288	6,980	11,038	0,408	0,750
Piso 06	6,524	10,279	6,964	11,058	0,440	0,779

Fuente: propia

4.5.2. ANÁLISIS ESTÁTICO CON BASE EMPOTRADA

Se realizó los cálculos según lo estipulado en la norma E.030

4.5.2.1. PERIODO FUNDAMENTAL

El periodo fundamental determinado para el presente estudio es el calculado en el análisis modal:

Tabla 13 Periodos en las direcciones X e Y obtenidos del análisis modal

DIRECCIÓN	PERIODO DE VIBRACIÓN
X-X	0,846 s
Y-Y	0,992 s

Fuente: Propia

4.5.2.2. IRREGULARIDAD EN PLANTA Y ELEVACIÓN

Se define las irregularidades que posee el edificio de estudio y se tomará el menor valor, si se encontrara más de una irregularidad. Para la presente estructura solo se encontrará irregularidad en planta (esquina entrante).

Tabla 14 Chequeo de Irregularidad en altura según Norma E.030

IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL EN ALTURA			
DESCRIPCIÓN	**Ia**	**SI**	**NO**
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	0,75		x
Irregularidad de Resistencia - Piso Débil	0,75		x
Irregularidad Extrema de Rigidez	0,50		x
Irregularidad Extrema de Resistencia	0,50		x
Irregularidad de Masa o Peso	0,90		x
Irregularidad Geométrica Vertical	0,90		x
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0,80		x
Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes	0,60		x

Fuente: Propia

Tabla 15 Chequeo de Irregularidad en planta según Norma E.030

IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL EN PLANTA			
DESCRIPCIÓN	**Ip**	**SI**	**NO**
Irregularidad Torsional	0,75		x
Irregularidad Torsional Extrema	0,60		x
Esquinas Entrante	0,90	x	
Discontinuidad del Diafragma	0,85		x
Sistemas No Paralelos	0,90		x

Fuente: Propia

4.5.2.3. FUERZA CORTANTE EN LA BASE

La fuerza cortante estática en la base V es determinado en el programa ETABS, para ello se debe de ingresar el Coeficiente de Cortante Basal.

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

Los parámetros para el proyecto en estudio están definidos de la siguiente manera:

Tabla 16 Definición de los parámetros sísmicos en la dirección X

PARÁMETROS SÍSMICOS				
DIRECCIÓN X-X				
Factor de Zona	Z	4	0,45	La Ciudad de Tacna está en la Zona 4 del Mapa de Zonificación de la Norma E.030
Factor de Suelo	S	S2	1,05	El perfil de suelo de los puntos A y B posee velocidades promedio de propagación de ondas de corte mayores a 180m/s y menores a 500 kg/cm2 para el estrato de cimentación
		S1	1,00	El perfil de suelo del punto C posee resistencia al corte mayor en condición no drenada mayor a 1 kg/cm2
Factor de Uso	U	C	1	La función que cumplirá será de oficina, siendo considerada como Edificación Común
Factor de Amplificación Sísmica	C	$T_P < T < T_L$	1,773	Para el tipo de suelo S2, corresponde un Tp igual a 0,6 s y T_L igual a 2,0 s, además el T es igual a 0,846 s, para la dirección X-X
		$T_P < T < T_L$	1,182	Para el tipo de suelo S1, corresponde un Tp igual a 0,4 s y T_L igual a 2,5 s, además el T es igual a 0,846 s, para la dirección X-X

Coeficiente Básico de Reducción	Ro	Concreto Armado	8	La estructura es considerada como pórticos de concreto armado
Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas	R	Ro x Ia x Ip	7,2	Los valores de Ia e Ip han sido calculados con anterioridad

Fuente: Propia

Tabla 17 Definición de los parámetros sísmicos en la dirección Y

PARÁMETROS SÍSMICOS				
DIRECCIÓN Y-Y				
Factor de Zona	Z	4	0,45	La Ciudad de Tacna está en la Zona 4 del Mapa de Zonificación de la Norma E.030
Factor de Suelo	S	S2	1,05	El perfil de suelo de los puntos A y B posee velocidades promedio de propagación de ondas de corte mayores a 180m/s y menores a 500 kg/cm2 para el estrato de cimentación
		S1	1,00	El perfil de suelo del punto C posee resistencia al corte mayor en condición no drenada mayor a 1 kg/cm2
Factor de Uso	U	C	1	La función que cumplirá será de oficina, siendo considerada como Edificación Común
Factor de Amplificación Sísmica	C	$T_P < T < T_L$	1,512	Para el tipo de suelo S2, corresponde un Tp igual a 0,6 s y T_L igual a 2,0 s, además el T es igual a 0,992 s, para la dirección Y-Y
		$T_P < T < T_L$	1,010	Para el tipo de suelo S1, corresponde un Tp igual a 0,4 s y T_L igual a 2,5 s, además el T es igual a 0,992 s, para la dirección Y-Y
Coeficiente Básico de Reducción	Ro	Concreto Armado	8	La estructura es considerada como pórticos de concreto armado
Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas	R	Ro x Ia x Ip	7,2	Los valores de Ia e Ip han sido calculados con anterioridad

Fuente: Propia

El Coeficiente de Cortante Basal para dirección X-X y para la dirección Y-Y serán:

Tabla 18 Coeficiente de cortante basal para los 3 puntos de estudio

Punto	Dirección	$\frac{Z.U.C.S}{R}$
A	X-X	0,116
	Y-Y	0,099
B	X-X	0,116
	Y-Y	0,099
C	X-X	0,074
	Y-Y	0,063

Fuente: Propia

La distribución de la fuerza sísmica en altura, según la norma E.030, está determinado por:

$$F_i = \propto_i . V$$

Además:

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

Donde para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0; por lo que el k será:

Tabla 19 Valores del exponente k para ambas direcciones

Dirección	k
X-X	1,173
Y-Y	1,246

Fuente: Propia

Los valores del Coeficiente de Cortante Basal y k serán asignados en el programa ETABS para el cálculo de la cortante basal, por lo tanto, el cortante basal es:

Tabla 20 Comparación de cortante dinámica y estática

Punto	Dirección	Cortante Estática (Tn)	Cortante Dinámica (Tn)
A	V X-X	138,810	113,503
	V Y-Y	118,467	104,343
B	V X-X	138,810	113,503
	V Y-Y	118,467	104,343
C	V X-X	88,551	73,3634
	V Y-Y	75,388	67,6019

Fuente: Propia

4.5.2.4. EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL

La fuerza sísmica, distribuida en la altura, se aplicará en el Centro de Masa que es modificado en un 5% de la excentricidad accidental, según norma E.030, de la longitud total de la dirección X e Y:

4.5.3. ANÁLISIS DINÁMICO ESPECTRAL EN BASE EMPOTRADA

4.5.3.1. ESPECTRO DE RESPUESTA

De acuerdo a la Norma E.030, se realizará el análisis dinámico espectral, donde se trabajarán con 2 espectros diferentes debido a la ubicación del edificio de estudio donde se cimentarán, el cual está comprendida en los

puntos A y B que corresponde un tipo de suelo S2 y el punto C que corresponde un tipo de suelo S1.

El programa ETABS v16.1 cuenta con la función de la norma peruana E.030-2014 la cual define el espectro de respuesta ingresando los datos de factor de zona, factor de uso, perfil de suelo, coeficiente básico de reducción y las irregularidades.

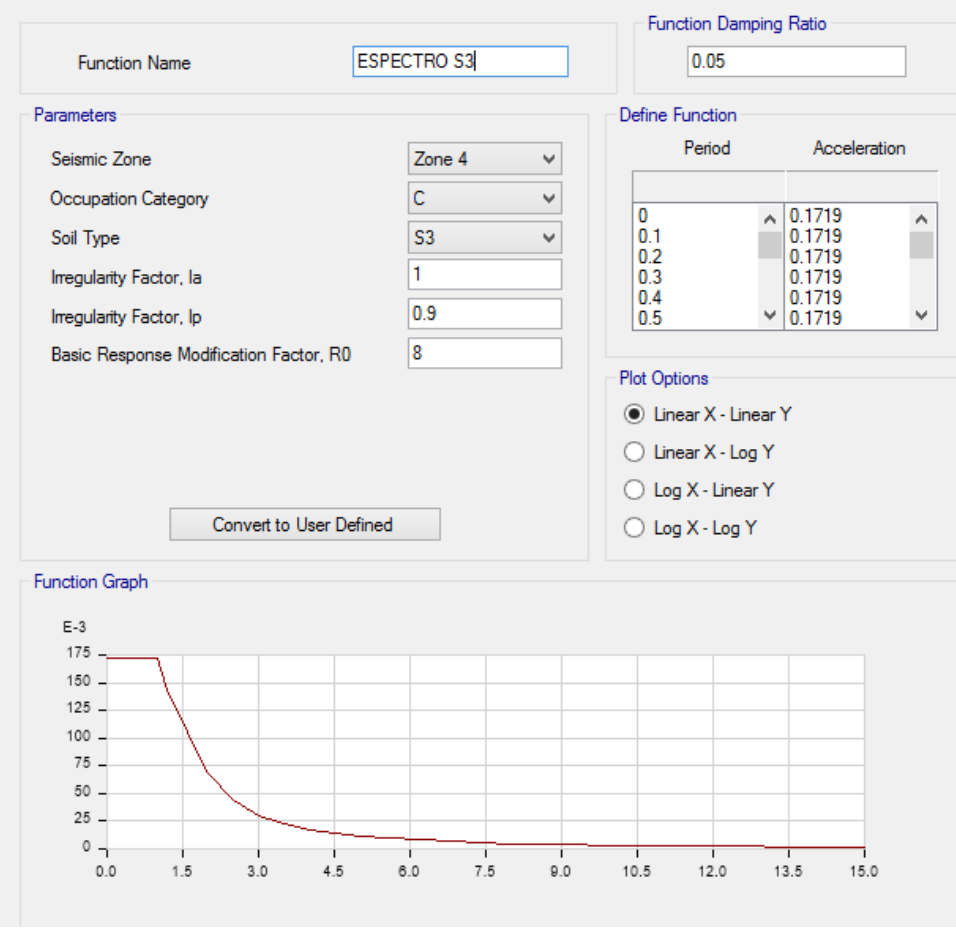


Figura 24 Interfaz del software donde incluye la opción "norma peruana E.030-2014".

Fuente: ETABS v16.1

Se muestran los espectros de pseudo aceleración para los perfiles de suelo S2 (punto A y B) y suelo S1 (punto C). Es importante mencionar que el espectro de respuesta muestra la aceleración absoluta al momento de vibrar una estructura, estos están en función de las características de la zona donde se proyecta la estructura.

Tabla 21 Valores del espectro para perfil de suelo S2

T	C	ZUCS/R	T	C	ZUCS/R
0,00	2,5000	0,16406	0,65	2,3077	0,15144
0,02	2,5000	0,16406	0,70	2,1429	0,14063
0,04	2,5000	0,16406	0,75	2,0000	0,13125
0,06	2,5000	0,16406	0,80	1,8750	0,12305
0,08	2,5000	0,16406	0,85	1,7647	0,11581
0,10	2,5000	0,16406	0,90	1,6667	0,10938
0,12	2,5000	0,16406	0,95	1,5789	0,10362
0,14	2,5000	0,16406	1,00	1,5000	0,09844
0,16	2,5000	0,16406	1,60	0,9375	0,06152
0,18	2,5000	0,16406	2,00	0,7500	0,04922
0,20	2,5000	0,16406	2,50	0,4800	0,03150
0,25	2,5000	0,16406	3,00	0,3333	0,02188
0,30	2,5000	0,16406	4,00	0,1875	0,01230
0,35	2,5000	0,16406	5,00	0,1200	0,00788
0,40	2,5000	0,16406	6,00	0,0833	0,00547
0,45	2,5000	0,16406	7,00	0,0612	0,00402
0,50	2,5000	0,16406	8,00	0,0469	0,00308
0,55	2,5000	0,16406	9,00	0,0370	0,00243
0,60	2,5000	0,16406	10,00	0,0300	0,00197

Fuente: Propia

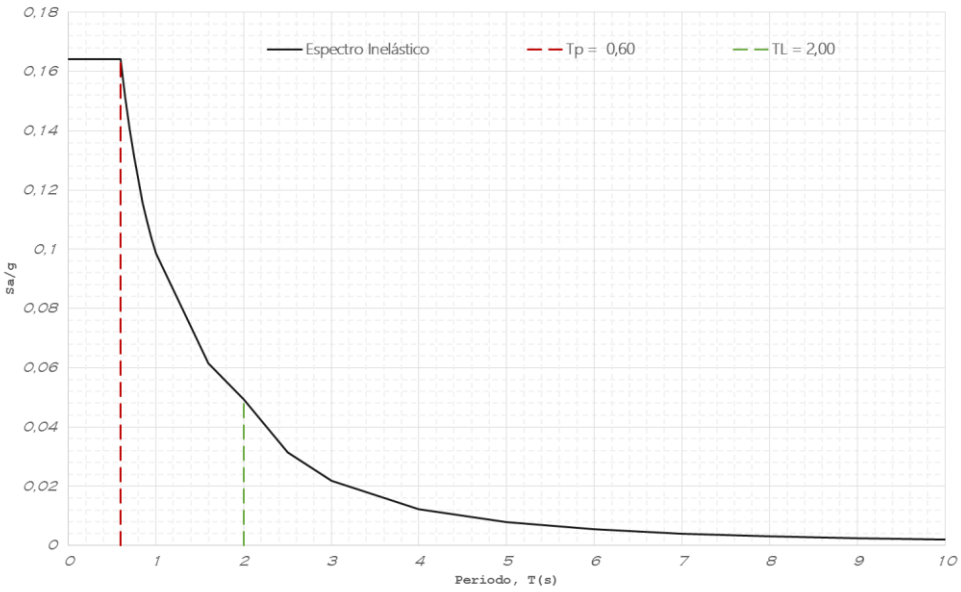


Figura 25 Espectro de Pseudo Aceleración para perfil de suelo S2

Fuente: Propia

Tabla 22 Valores del espectro para perfil de suelo S1

T	C	ZUCS/R	T	C	ZUCS/R
0,00	2,5000	0,15625	0,65	1,5385	0,09615
0,02	2,5000	0,15625	0,70	1,4286	0,08929
0,04	2,5000	0,15625	0,75	1,3333	0,08333
0,06	2,5000	0,15625	0,80	1,2500	0,07813
0,08	2,5000	0,15625	0,85	1,1765	0,07353
0,10	2,5000	0,15625	0,90	1,1111	0,06944
0,12	2,5000	0,15625	0,95	1,0526	0,06579
0,14	2,5000	0,15625	1,00	1,0000	0,06250
0,16	2,5000	0,15625	1,60	0,6250	0,03906
0,18	2,5000	0,15625	2,00	0,5000	0,03125
0,20	2,5000	0,15625	2,50	0,4000	0,02500
0,25	2,5000	0,15625	3,00	0,2778	0,01736

0,30	2,5000	0,15625	4,00	0,1563	0,00977
0,35	2,5000	0,15625	5,00	0,1000	0,00625
0,40	2,5000	0,15625	6,00	0,0694	0,00434
0,45	2,2222	0,13889	7,00	0,0510	0,00319
0,50	2,0000	0,12500	8,00	0,0391	0,00244
0,55	1,8182	0,11364	9,00	0,0309	0,00193
0,60	1,6667	0,10417	10,00	0,0250	0,00156

Fuente: Propia

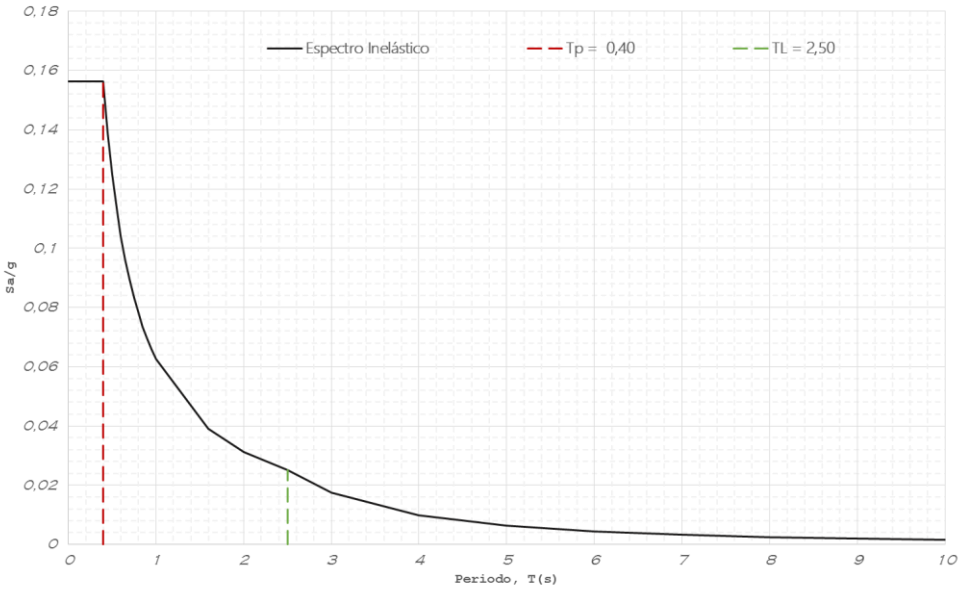


Figura 26 Espectro de Pseudo Aceleración para perfil de suelo S1

Fuente: propia

4.5.3.2. DESPLAZAMIENTO LATERAL Y CONTROL DE DERIVAS

Se calcularon los desplazamientos laterales para cada dirección como resultado del análisis dinámico para los espectros de los puntos A, B y C.

Tabla 23 Valores de derivas de los puntos A y B, en la dirección X

DIRECCIÓN X-X				
Entrepiso	**Altura (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Desplazamiento Relativo (m)**	**Deriva**
1	4,3	0,0060	0,0060	0,0014
2	2,8	0,0111	0,0052	0,0018
3	2,8	0,0159	0,0048	0,0017
4	2,8	0,0199	0,0040	0,0014
5	2,8	0,0229	0,0030	0,0011
6	2,8	0,0250	0,0021	0,0008

Fuente: Propia

Tabla 24 Valores de derivas de los punto A y B, en la dirección Y

DIRECCIÓN Y-Y				
Entrepiso	**Altura (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Desplazamiento Relativo (m)**	**Deriva**
1	4,3	0,0080	0,0080	0,0019
2	2,8	0,0146	0,0065	0,0023
3	2,8	0,0204	0,0059	0,0021
4	2,8	0,0252	0,0048	0,0017
5	2,8	0,0287	0,0035	0,0012
6	2,8	0,0310	0,0023	0,0008

Fuente: Propia

Tabla 25 Valores de derivas del punto C, en la dirección X

DIRECCIÓN X-X				
Entrepiso	**Altura (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Desplazamiento Relativo (m)**	**Deriva**

1	4,3	0,0038	0,0038	0,0009
2	2,8	0,0071	0,0033	0,0012
3	2,8	0,0101	0,0030	0,0011
4	2,8	0,0126	0,0025	0,0009
5	2,8	0,0145	0,0019	0,0007
6	2,8	0,0159	0,0013	0,0005

Fuente: Propia

Tabla 26 Valores de derivas del punto C, en la dirección Y

DIRECCIÓN Y-Y				
Entrepiso	**Altura (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Desplazamiento Relativo (m)**	**Deriva**
1	4,3	0,0051	0,0051	0,0012
2	2,8	0,0093	0,0042	0,0015
3	2,8	0,0130	0,0037	0,0013
4	2,8	0,0160	0,0030	0,0011
5	2,8	0,0182	0,0022	0,0008
6	2,8	0,0197	0,0015	0,0005

Fuente: Propia

4.5.3.3. FUERZAS INTERNAS

Se cuenta con 3 tipos de columnas, estas son una esquinera, borde y central; y 4 tipos de zapatas por lo que se eligieron 4 columnas donde se analizarán las fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momentos flectores.

FUERZAS PARA ESPECTRO S2

Tabla 27 Fuerzas internas para el elemento columna C1 para el Suelo S2

COLUMNA C1-Z1 (C1)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	19,7928	8,22	27,325
PISO 2	2,8	15,3019	5,2926	7,1905
PISO 3	2,8	10,8889	5,1744	8,231
PISO 4	2,8	6,9686	4,0651	8,0096
PISO 5	2,8	3,8046	3,0524	7,2116
PISO 6	2,8	1,5277	1,1416	4,1334
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	13,4082	4,3654	12,8466
PISO 2	2,8	10,2322	3,8264	5,0395
PISO 3	2,8	7,121	3,4152	4,9915
PISO 4	2,8	4,4461	2,76	4,5251
PISO 5	2,8	2,3335	2,0142	3,7777
PISO 6	2,8	0,8661	1,0059	2,3456

Fuente: Propia

Tabla 28 Fuerzas internas para el elemento columna C5 para el Suelo S2

COLUMNA C1-Z3 (C5)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	13,2117	10,4851	30,4406
PISO 2	2,8	9,8482	12,5542	15,5476
PISO 3	2,8	6,6113	10,3585	14,5007
PISO 4	2,8	3,9133	8,7047	13,2625

PISO 5	2,8	1,8982	6,1153	10,5336
PISO 6	2,8	0,6345	3,9143	7,6586
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	15,4589	4,0954	11,8578
PISO 2	2,8	11,7056	3,8364	4,9024
PISO 3	2,8	8,1795	3,3059	4,8055
PISO 4	2,8	5,1169	2,7176	4,3514
PISO 5	2,8	2,7003	1,9449	3,5564
PISO 6	2,8	1,0321	1,0524	2,3238

Fuente: Propia

Tabla 29 Fuerzas internas para columna C17 para el Suelo S2

COLUMNA C2-Z2 (C17)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	9,9997	8,9119	27,6984
PISO 2	2,8	8,0219	8,0152	9,976
PISO 3	2,8	5,7972	7,232	10,5631
PISO 4	2,8	3,8121	6,0172	10,0352
PISO 5	2,8	2,146	4,4232	8,4978
PISO 6	2,8	0,8608	2,6647	6,0219
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	1,0602	12,2021	37,5107
PISO 2	2,8	0,8511	8,4386	11,8373
PISO 3	2,8	0,6138	7,9562	12,3582
PISO 4	2,8	0,4027	6,3809	11,5003

PISO 5	2,8	0,2265	4,7108	9,9353
PISO 6	2,8	0,091	2,072	5,972

Fuente: Propia

Tabla 30 Fuerzas internas para columna C19 para el Suelo S2

COLUMNA C3-Z4 (C19)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	10,4729	9,3877	28,8435
PISO 2	2,8	8,3201	7,4928	9,7251
PISO 3	2,8	6,0518	6,9987	10,2641
PISO 4	2,8	4,0023	5,7806	9,7282
PISO 5	2,8	2,274	4,2867	8,3271
PISO 6	2,8	0,9387	2,4736	5,7909
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	3,5797	12,9534	40,4619
PISO 2	2,8	2,8275	8,0709	11,82
PISO 3	2,8	2,1076	7,9161	12,5407
PISO 4	2,8	1,4229	6,2122	11,7023
PISO 5	2,8	0,835	4,6524	10,3151
PISO 6	2,8	0,3693	1,7262	5,7637

Fuente: Propia

FUERZAS PARA ESPECTRO S1

Tabla 31 Fuerzas internas para el elemento columna C1 para el Suelo S1

COLUMNA C1-Z1 (C1)
Dirección X-X

Nivel	Altura (m)	Carga Axial (tonf)	Fuerza Cortante (tonf)	Momento (tonf-m)
PISO 1	4,3	12,6297	5,3171	17,5739
PISO 2	2,8	9,8196	3,3793	4,7612
PISO 3	2,8	7,0608	3,2998	5,3029
PISO 4	2,8	4,5843	2,657	5,1019
PISO 5	2,8	2,5409	2,0922	4,6646
PISO 6	2,8	1,0304	0,86	2,7653
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	8,5677	2,8289	8,2827
PISO 2	2,8	6,5926	2,443	3,281
PISO 3	2,8	4,661	2,1812	3,1925
PISO 4	2,8	2,9745	1,8116	2,8931
PISO 5	2,8	1,5994	1,3907	2,4832
PISO 6	2,8	0,6046	0,7461	1,6199

Fuente: Propia

Tabla 32 Fuerzas internas para el elemento columna C5 para el Suelo S1

COLUMNA C1-Z3 (C5)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	8,4279	6,7662	19,5694
PISO 2	2,8	6,3224	8,0081	9,8881
PISO 3	2,8	4,3056	6,5985	9,2417
PISO 4	2,8	2,6108	5,638	8,4603
PISO 5	2,8	1,311	4,1059	6,8559
PISO 6	2,8	0,4562	2,7408	5,1793
Dirección Y-Y				

Nivel	Altura (m)	Carga Axial (tonf)	Fuerza Cortante (tonf)	Momento (tonf-m)
PISO 1	4,3	9,8717	2,653	7,6437
PISO 2	2,8	7,5393	2,449	3,186
PISO 3	2,8	5,351	2,111	3,0716
PISO 4	2,8	3,4212	1,7808	2,7827
PISO 5	2,8	1,8487	1,3393	2,3376
PISO 6	2,8	0,719	0,773	1,6046

Fuente: Propia

Tabla 33 Fuerzas internas para columna C17 para el Suelo S1

COLUMNA C2-Z2 (C17)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	6,3743	5,7599	17,8102
PISO 2	2,8	5,1379	5,1136	6,502
PISO 3	2,8	3,7465	4,61	6,7641
PISO 4	2,8	2,4908	3,9084	6,3967
PISO 5	2,8	1,4168	2,9801	5,5086
PISO 6	2,8	0,5705	1,8517	4,0171
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	0,677	7,9139	24,1832
PISO 2	2,8	0,5455	5,3918	7,7996
PISO 3	2,8	0,396	5,0873	7,9488
PISO 4	2,8	0,262	4,2077	7,3485
PISO 5	2,8	0,1485	3,2807	6,5038
PISO 6	2,8	0,0598	1,5711	4,0902

Fuente: Propia

Tabla 34 Fuerzas internas para columna C19 para el Suelo S1

COLUMNA C3-Z4 (C19)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	6,6829	6,0655	18,5476
PISO 2	2,8	5,3348	4,779	6,3364
PISO 3	2,8	3,9134	4,4613	6,569
PISO 4	2,8	2,6152	3,756	6,199
PISO 5	2,8	1,5	2,8891	5,4003
PISO 6	2,8	0,6215	1,7202	3,8621
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	2,2911	8,405	26,0885
PISO 2	2,8	1,8207	5,1604	7,8339
PISO 3	2,8	1,3691	5,0641	8,089
PISO 4	2,8	0,9343	4,1096	7,4798
PISO 5	2,8	0,5531	3,2602	6,7489
PISO 6	2,8	0,2458	1,3626	3,9529

Fuente: Propia

4.5.4. ANÁLISIS DINÁMICO ESPECTRAL CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA (MODELO DE BARKAN)

4.5.4.1. MASA DE ZAPATAS

Se obtuvieron las masas para caracterizar las zapatas aisladas, serán 3

masas de traslación y 2 de rotación, las cuales serán insertados en el centroide de cada zapata.

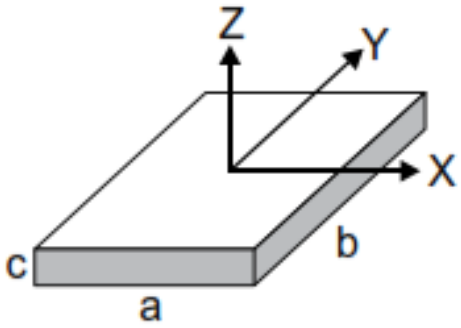


Figura 27 Esquema de zapata aislada

Masas de traslación:

$$M_t = M_x = M_y = M_z = \frac{a \,.\, b \,.\, c \,.\, \gamma}{g}$$

Masas de rotación

$$M_{\varphi x'} = M_t \left(\frac{c}{2}\right)^2 + \frac{M_t(b^2 + c^2)}{12}$$

$$M_{\varphi y'} = M_t \left(\frac{c}{2}\right)^2 + \frac{M_t(a^2 + c^2)}{12}$$

Tabla 35 Cálculo de masas traslacionales y rotacionales de las zapatas

Zapata	N° de veces	a (m)	b (m)	c (m)	P_{zapata} (tonf)	M_t (tonf.s²/m)	$M_{\phi x'}$ (tonf.s².m)	$M_{\phi y'}$ (tonf.s².m)
Z1	4	2	1,5	0,5	2,880	0,294	0,071	0,114
Z2	4	2,3	2	0,5	4,416	0,450	0,174	0,222
Z3	8	2	2	0,5	3,840	0,391	0,151	0,151
Z4	1	2,5	2,5	0,5	6,000	0,612	0,351	0,351

Fuente: Propia

4.5.4.2. COEFICIENTE DE RIGIDEZ

Se determinó los coeficientes de rigidez para cada una de las zapatas definidas al inicio de este capítulo, el modelo dinámica de BARKAN requiere de la determinación de la rigidez aportada por el suelo en dos direcciones traslacionales y una dirección rotacional. Inicialmente de define los parámetros del suelo para los 3 puntos señalados anteriormente, que son necesarios para determinar los coeficientes de rigidez.

Tabla 36 Coeficientes para la caracterización de los 3 suelos de estudio

Punto	**Tipo de Suelo**	**Co (kg/cm3)**	**μ**	**Do (kg/cm2)**
A	Arena Arcillosa-Limosa	2,00	0,35	1,576
B	Arena Limosa	1,60	0,30	1,318
C	Grava Mal Graduada	2,60	0,30	2,141

Fuente: Propia

Asimismo, se necesita calcular la presión estática que se trasmite de la cimentación a la base, para ello se muestran los valores de los pesos de la edificación y las zapatas.

Tabla 37 Determinación de los pesos para las 4 zapatas de la estructura

Zapata	**N° de veces**	**a (m)**	**b (m)**	**h (m)**	**P_{zapata} (tonf)**	**Peso Total (tonf)**
Z1	4	2,00	1,50	0,500	2,88	11,52
Z2	4	2,30	2,00	0,500	4,42	17,66

Z3	8	2,00	2,00	0,500	3,84	30,72
Z4	1	2,50	2,50	0,500	6,00	6,00
						65,90

Fuente: Propia

Tabla 38 Peso de la edificación

Carga	Peso Total (tonf)
100% * Muerta	1 147,87
25% * Viva	289,70
	1 220,30

Fuente: Propia

La fórmula para determinar la presión estática es:

$$\rho = \frac{P_{edificio} + P_{zapata}}{\sum Área\ de\ zapatas}$$

$$\rho = \frac{1\ 220\ 300 + 65\ 900}{4\ (30\ 000) + 4\ (46\ 000) + 8\ (40\ 000) + 62\ 500}$$

$$\rho = 1{,}873\ kg/cm2$$

Además, los coeficientes de desplazamiento y compresión elástico uniforme para los tres tipos de suelos que nos permitirán calcular posteriormente los coeficientes de rigidez son:

Tabla 39 Coeficientes C para el Punto A

ARENA ARCILLOSA - LIMOSA					
Zapata	**C_x (kg/cm3)**	**C_y (kg/cm3)**	**C_z (kg/cm3)**	**$C_{\varphi x}$ (kg/cm3)**	**$C_{\varphi y}$ (kg/cm3)**

Z1	16,074	16,074	20,402	32,642	36,723
Z2	13,838	13,838	17,563	28,207	29,804
Z3	14,467	14,467	18,361	30,602	30,602
Z4	12,538	12,538	15,913	25,706	25,706

Fuente: Propia

Tabla 40 Coeficientes C para el Punto B

ARENA LIMOSA					
Zapata	**C_x (kg/cm3)**	**C_y (kg/cm3)**	**C_z (kg/cm3)**	**$C_{\varphi x}$ (kg/cm3)**	**$C_{\varphi y}$ (kg/cm3)**
Z1	13,441	13,441	16,321	26,114	29,378
Z2	11,571	11,571	14,050	22,566	23,843
Z3	12,097	12,097	14,689	24,482	24,482
Z4	10,484	10,484	12,731	20,565	20,565

Fuente: Propia

Tabla 41 Coeficientes C para el Punto C

GRAVA MAL GRADUADA					
Zapata	**C_x (kg/cm3)**	**C_y (kg/cm3)**	**C_z (kg/cm3)**	**$C_{\varphi x}$ (kg/cm3)**	**$C_{\varphi y}$ (kg/cm3)**
Z1	21,842	21,842	26,522	42,435	47,740
Z2	18,803	18,803	22,832	36,670	38,745
Z3	19,657	19,657	23,870	39,783	39,783
Z4	17,036	17,036	20,687	33,418	33,418

Fuente: Propia

Por lo tanto, los coeficientes de rigidez para las zapatas cimentadas en arena arcillosa-limosa, arena limosa y grava mal graduada serán:

Tabla 42 Coeficientes de Rigidez para el Punto A

ARENA ARCILLOSA - LIMOSA					
Zapata	**K_x (tonf/m)**	**K_y (tonf/m)**	**K_z (tonf/m)**	**$K_{\varphi x}$ (tonf.m)**	**$K_{\varphi y}$ (tonf.m)**
Z1	48 221,79	48 221,79	61 204,57	18 361,37	36 722,74
Z2	63 652,76	63 652,76	80 790,04	43 251,23	60 437,48
Z3	57 866,14	57 866,14	73 445,49	40 803,05	40 803,05
Z4	78 360,40	78 360,40	99 457,43	83 678,13	83 678,13

Fuente: Propia

Tabla 43 Coeficientes de Rigidez para el Punto B

ARENA LIMOSA					
Zapata	**K_x (tonf/m)**	**K_y (tonf/m)**	**K_z (tonf/m)**	**$K_{\varphi x}$ (tonf.m)**	**$K_{\varphi y}$ (tonf.m)**
Z1	40 323,01	40 323,01	48 963,66	14 689,10	29 378,20
Z2	53 226,38	53 226,38	64 632,03	34 600,99	48 349,98
Z3	48 387,62	48 387,62	58 756,39	32 642,44	32 642,44
Z4	65 524,90	65 524,90	79 565,95	66 942,50	66 942,50

Fuente: Propia

Tabla 44 Coeficientes de Rigidez para el Punto C

GRAVA MAL GRADUADA					
Zapata	**K_x (tonf/m)**	**K_y (tonf/m)**	**K_z (tonf/m)**	**$K_{\varphi x}$ (tonf.m)**	**$K_{\varphi y}$ (tonf.m)**
Z1	65 524,90	65 524,90	79 565,95	23 869,78	47 739,57
Z2	86 492,87	86 492,87	105 027,05	56 226,60	78 568,72
Z3	78 629,88	78 629,88	95 479,14	53 043,96	53 043,96
Z4	106 477,96	106 477,96	129 294,66	108 781,57	108 781,57

Fuente: Propia

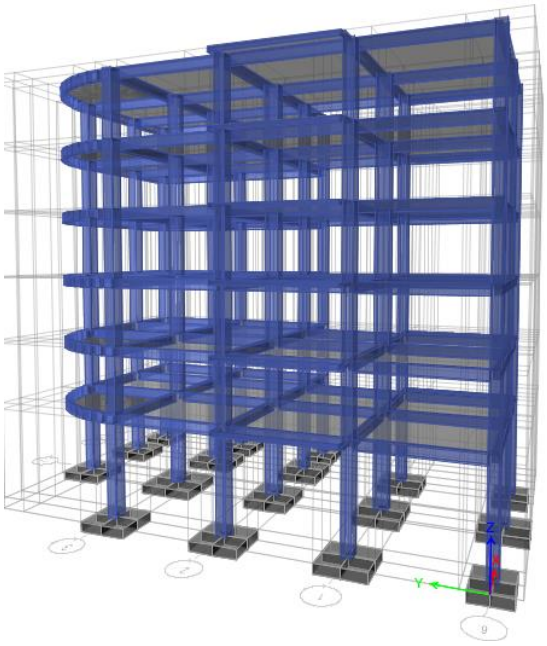


Figura 28 Modelo en 3D en el programa ETABS con Interacción Suelo Estructura.

Fuente: ETABS v16.1

4.5.4.3. MODOS Y PERIODOS DE VIBRACIÓN

Como se verificó en el análisis modal, el porcentaje de masa participante supera el 90% en el quinto modo de vibración, por lo que es suficiente trabajar hasta el quinto modo de vibración.

Tabla 45 Modos y periodos de vibración con ISE para el punto A

Modo	Periodo (s)	Factor de Participación X	Factor de Participación Y
1	1,029	0,73	85,13
2	0,893	77,21	1,23
3	0,774	7,72	0,36
4	0,308	0,05	8,33
5	0,261	8,31	0,07

Fuente: Propia

El mayor porcentaje de participación de masa para la dirección X se da en el segundo modo, siendo su periodo de vibración de 0,893 s, y para la dirección Y le corresponde un periodo de vibración de 1,029 s.

Tabla 46 Modos y periodos de vibración con ISE para el punto B

Modo	Periodo (s)	Factor de Participación X	Factor de Participación Y
1	1,038	0,82	85,26
2	0,903	77,9	1,33
3	0,783	7,18	0,37
4	0,31	0,06	8,21
5	0,263	8,26	0,07

Fuente: Propia

El mayor porcentaje de participación de masa para la dirección X se da en el segundo modo, siendo su periodo de vibración de 0,903 s, y para la dirección Y le corresponde un periodo de vibración de 1,038 s.

Tabla 47 Modos y periodos de vibración con ISE para el punto C

Modo	Periodo (s)	Factor de Participación X	Factor de Participación Y
1	1,021	0,65	84,96
2	0,882	76,48	1,14
3	0,766	8,28	0,36
4	0,306	0,05	8,45
5	0,259	8,36	0,07

Fuente: Propia

El mayor porcentaje de participación de masa para la dirección X se da en el segundo modo, siendo su periodo de vibración de 0,882 s, y para la dirección Y le corresponde un periodo de vibración de 1,021 s.

4.5.4.4. DESPLAZAMIENTO LATERAL Y CONTROL DE DERIVAS

Se evalúan los desplazamientos laterales del espectro para el perfil de suelo S2, donde se encuentran cimentados los puntos A y B

Tabla 48 Desplazamientos y derivas para el Punto A con ISE - dirección X

DIRECCIÓN X-X				
Entrepiso	**Altura (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Desplazamiento Relativo (m)**	**Deriva**
1	4,3	0,0071	0,0071	0,0017
2	2,8	0,0125	0,0054	0,0019
3	2,8	0,0173	0,0049	0,0017
4	2,8	0,0214	0,0041	0,0015
5	2,8	0,0246	0,0032	0,0011
6	2,8	0,0268	0,0023	0,0008

Fuente: Propia

Tabla 49 Desplazamientos y derivas para el Punto A con ISE - dirección Y

DIRECCIÓN Y-Y				
Entrepiso	**Altura (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Desplazamiento Relativo (m)**	**Deriva**
1	4,3	0,0092	0,0092	0,0021
2	2,8	0,0158	0,0066	0,0024
3	2,8	0,0216	0,0058	0,0021

4	2,8	0,0263	0,0047	0,0017
5	2,8	0,0298	0,0035	0,0012
6	2,8	0,0320	0,0023	0,0008

Fuente: Propia

Tabla 50 Desplazamientos y derivas para el Punto B con ISE - dirección X

DIRECCIÓN X-X				
Entrepiso	**Altura (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Desplazamiento Relativo (m)**	**Deriva**
1	4,3	0,0073	0,0073	0,0017
2	2,8	0,0127	0,0054	0,0019
3	2,8	0,0176	0,0049	0,0017
4	2,8	0,0217	0,0041	0,0015
5	2,8	0,0249	0,0032	0,0011
6	2,8	0,0272	0,0023	0,0008

Fuente: Propia

Tabla 51 Desplazamientos y derivas para el Punto B con ISE - dirección Y

DIRECCIÓN Y-Y				
Entrepiso	**Altura (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Desplazamiento Relativo (m)**	**Deriva**
1	4,3	0,0094	0,0094	0,0022
2	2,8	0,0160	0,0066	0,0024
3	2,8	0,0218	0,0058	0,0021
4	2,8	0,0265	0,0047	0,0017
5	2,8	0,0300	0,0034	0,0012
6	2,8	0,0323	0,0023	0,0008

Fuente: Propia

Se evalúan los desplazamientos laterales del espectro para el perfil de

suelo S1, donde se cimentado el punto C.

Tabla 52 Desplazamientos y derivas para el Punto C con ISE - dirección X

DIRECCIÓN X-X				
Entrepiso	**Altura (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Desplazamiento Relativo (m)**	**Deriva**
1	4,3	0,0044	0,0044	0,0010
2	2,8	0,0078	0,0034	0,0012
3	2,8	0,0108	0,0031	0,0011
4	2,8	0,0134	0,0026	0,0009
5	2,8	0,0154	0,0020	0,0007
6	2,8	0,0168	0,0014	0,0005

Fuente: Propia

Tabla 53 Desplazamientos y derivas para el Punto C con ISE - dirección Y

DIRECCIÓN Y-Y				
Entrepiso	**Altura (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Desplazamiento Relativo (m)**	**Deriva**
1	4,3	0,0057	0,0057	0,0013
2	2,8	0,0099	0,0042	0,0015
3	2,8	0,0136	0,0037	0,0013
4	2,8	0,0166	0,0030	0,0011
5	2,8	0,0188	0,0022	0,0008
6	2,8	0,0202	0,0015	0,0005

Fuente: Propia

4.5.4.5. FUERZAS INTERNAS

Se analizarán las fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momentos flectores para las columnas C1, C5, C17 y C19 (denominaciones del

programa ETABS).

Tabla 54 Fuerzas internas para columna C1 en el punto A con ISE

COLUMNA C1-Z1 (C1)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	19,6634	7,6309	23,8014
PISO 2	2,8	15,0616	5,0148	7,4103
PISO 3	2,8	10,6812	4,9081	8,0206
PISO 4	2,8	6,8398	3,8858	7,6778
PISO 5	2,8	3,7464	2,9265	6,8574
PISO 6	2,8	1,5136	1,1735	4,0477
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	12,8771	4,1542	11,4509
PISO 2	2,8	9,6816	3,7307	5,1222
PISO 3	2,8	6,6831	3,2864	4,8998
PISO 4	2,8	4,14	2,6552	4,3878
PISO 5	2,8	2,1522	1,9299	3,6461
PISO 6	2,8	0,789	0,9449	2,2343

Fuente: Propia

Tabla 55 Fuerzas internas para columna C5 en el punto A con ISE

COLUMNA C1-Z3 (C5)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	11,0811	9,792	26,7075
PISO 2	2,8	8,0144	11,9603	14,4746
PISO 3	2,8	5,184	9,6693	13,7878
PISO 4	2,8	2,9096	8,1244	12,4563
PISO 5	2,8	1,2899	5,6932	9,8511

PISO 6	2,8	0,3741	3,608	7,1031
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	15,2245	4,4142	12,1655
PISO 2	2,8	11,3959	3,4974	4,8927
PISO 3	2,8	7,9259	3,2479	4,7324
PISO 4	2,8	4,9457	2,5943	4,208
PISO 5	2,8	2,6073	1,8658	3,4294
PISO 6	2,8	0,9969	0,9869	2,2101

Fuente: Propia

Tabla 56 Fuerzas internas para columna C17 en el punto A con ISE

COLUMNA C2-Z2 (C17)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	10,1913	8,7286	25,4097
PISO 2	2,8	8,064	8,0923	10,5511
PISO 3	2,8	5,8016	7,1838	10,6759
PISO 4	2,8	3,812	6,039	10,0286
PISO 5	2,8	2,1521	4,4501	8,4268
PISO 6	2,8	0,8723	2,8791	6,2558
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	1,2201	10,4543	30,0522
PISO 2	2,8	0,9679	8,8146	12,4229
PISO 3	2,8	0,6927	7,6069	12,2422
PISO 4	2,8	0,4533	6,2719	11,3059
PISO 5	2,8	0,2548	4,5901	9,6933
PISO 6	2,8	0,1033	2,0786	5,9142

Fuente: Propia

Tabla 57 Fuerzas internas para columna C19 en el punto A con ISE

COLUMNA C3-Z4 (C19)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	11,3155	9,6973	28,0522
PISO 2	2,8	8,9691	7,372	10,2882
PISO 3	2,8	6,5369	7,0976	10,4736
PISO 4	2,8	4,3681	5,8663	9,8141
PISO 5	2,8	2,5238	4,3886	8,3369
PISO 6	2,8	1,0685	2,8007	6,1828
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	4,16	12,7419	37,6072
PISO 2	2,8	3,3543	7,6205	12,1553
PISO 3	2,8	2,4945	7,6899	12,4212
PISO 4	2,8	1,7096	5,9987	11,4171
PISO 5	2,8	1,0212	4,4946	10,009
PISO 6	2,8	0,459	1,6638	5,5989

Fuente: Propia

Tabla 58 Fuerzas internas para columna C1 en el punto B con ISE

COLUMNA C1-Z1 (C1)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	19,6104	7,5076	23,0598
PISO 2	2,8	14,9888	4,9468	7,4482
PISO 3	2,8	10,6211	4,8483	7,9686
PISO 4	2,8	6,8016	3,8441	7,6008
PISO 5	2,8	3,7275	2,8977	6,7775
PISO 6	2,8	1,5077	1,1785	4,0244
Dirección Y-Y				

Nivel	Altura (m)	Carga Axial (tonf)	Fuerza Cortante (tonf)	Momento (tonf-m)
PISO 1	4,3	12,7621	4,1063	11,1447
PISO 2	2,8	9,5642	3,7101	5,1397
PISO 3	2,8	6,5894	3,258	4,8791
PISO 4	2,8	4,0746	2,6324	4,3578
PISO 5	2,8	2,1136	1,9117	3,6175
PISO 6	2,8	0,7727	0,9318	2,2101

Fuente: Propia

Tabla 59 Fuerzas internas para columna C5 en el punto B con ISE

COLUMNA C1-Z3 (C5)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	10,6475	9,642	25,9082
PISO 2	2,8	7,64	11,8231	14,4184
PISO 3	2,8	4,8945	9,5166	13,6261
PISO 4	2,8	2,7087	7,9961	12,2767
PISO 5	2,8	1,1727	5,6006	9,7006
PISO 6	2,8	0,3299	3,5404	6,9802
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	15,1738	4,4611	12,1669
PISO 2	2,8	11,3283	3,4353	4,8933
PISO 3	2,8	7,8709	3,2316	4,7147
PISO 4	2,8	4,9087	2,5684	4,1769
PISO 5	2,8	2,5873	1,8484	3,4017
PISO 6	2,8	0,9894	0,9726	2,1849

Fuente: Propia

Tabla 60 Fuerzas internas para columna C17 en el punto B con ISE

COLUMNA C2-Z2 (C17)

Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	10,1738	8,6735	24,865
PISO 2	2,8	8,0272	8,0941	10,6596
PISO 3	2,8	5,7675	7,1626	10,6843
PISO 4	2,8	3,7871	6,0342	10,0126
PISO 5	2,8	2,1375	4,4495	8,4005
PISO 6	2,8	0,867	2,9188	6,2938
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	1,257	10,1813	28,7539
PISO 2	2,8	0,9946	8,8469	12,535
PISO 3	2,8	0,7103	7,5447	12,2212
PISO 4	2,8	0,4642	6,2467	11,2643
PISO 5	2,8	0,2607	4,5664	9,6427
PISO 6	2,8	0,1057	2,0824	5,904

Fuente: Propia

Tabla 61 Fuerzas internas para columna C19 en el punto B con ISE

COLUMNA C3-Z4 (C19)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	11,4427	9,722	27,7488
PISO 2	2,8	9,0617	7,3501	10,4014
PISO 3	2,8	6,6055	7,1052	10,5049
PISO 4	2,8	4,4207	5,8774	9,8208
PISO 5	2,8	2,5607	4,404	8,33
PISO 6	2,8	1,0882	2,8632	6,2534
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**

PISO 1	4,3	4,2983	12,6672	36,9001
PISO 2	2,8	3,4736	7,537	12,2306
PISO 3	2,8	2,5833	7,6372	12,3934
PISO 4	2,8	1,775	5,9541	11,356
PISO 5	2,8	1,0637	4,4613	9,9434
PISO 6	2,8	0,4795	1,6518	5,5637

Fuente: Propia

Tabla 62 Fuerzas internas para columna C1 en el punto C con ISE

COLUMNA C1-Z1 (C1)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	12,5877	5,0162	15,7759
PISO 2	2,8	9,7212	3,2412	4,869
PISO 3	2,8	6,9743	3,1704	5,195
PISO 4	2,8	4,5307	2,5744	4,9394
PISO 5	2,8	2,5165	2,0316	4,497
PISO 6	2,8	1,0245	0,867	2,7268
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	8,3032	2,7165	7,5597
PISO 2	2,8	6,3204	2,3933	3,3163
PISO 3	2,8	4,4452	2,1173	3,1429
PISO 4	2,8	2,823	1,7609	2,8251
PISO 5	2,8	1,5088	1,3474	2,4189
PISO 6	2,8	0,5658	0,7123	1,5631

Fuente: Propia

Tabla 63 Fuerzas internas para columna C5 en el punto C con ISE

COLUMNA C1-Z3 (C5)
Dirección X-X

Nivel	Altura (m)	Carga Axial (tonf)	Fuerza Cortante (tonf)	Momento (tonf-m)
PISO 1	4,3	7,3517	6,4176	17,676
PISO 2	2,8	5,4004	7,7141	9,3694
PISO 3	2,8	3,594	6,2611	8,8882
PISO 4	2,8	2,1164	5,3599	8,0678
PISO 5	2,8	1,0162	3,9033	6,529
PISO 6	2,8	0,3317	2,5883	4,9099
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	9,7551	2,8185	7,8125
PISO 2	2,8	7,3876	2,2717	3,1737
PISO 3	2,8	5,2259	2,0832	3,0321
PISO 4	2,8	3,3343	1,7212	2,7116
PISO 5	2,8	1,799	1,2986	2,2754
PISO 6	2,8	0,6991	0,7372	1,5465

Fuente: Propia

Tabla 64 Fuerzas internas para columna C17 en el punto C con ISE

COLUMNA C2-Z2 (C17)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	6,5005	5,6727	16,6653
PISO 2	2,8	5,1837	5,1534	6,7879
PISO 3	2,8	3,7677	4,5947	6,8225
PISO 4	2,8	2,5033	3,9294	6,4029
PISO 5	2,8	1,4268	2,9966	5,4859
PISO 6	2,8	0,5792	1,9504	4,1382
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	0,7567	6,9681	20,2209

PISO 2	2,8	0,6038	5,5925	8,0741
PISO 3	2,8	0,4354	4,9104	7,873
PISO 4	2,8	0,2871	4,1551	7,2491
PISO 5	2,8	0,1625	3,2138	6,3856
PISO 6	2,8	0,066	1,5559	4,0539

Fuente: Propia

Tabla 65 Fuerzas internas para columna C19 en el punto C con ISE

COLUMNA C3-Z4 (C19)				
Dirección X-X				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	7,1353	6,2386	18,1947
PISO 2	2,8	5,6861	4,7111	6,6126
PISO 3	2,8	4,1757	4,5199	6,6748
PISO 4	2,8	2,8105	3,8081	6,2503
PISO 5	2,8	1,6313	2,9421	5,4166
PISO 6	2,8	0,689	1,8746	4,062
Dirección Y-Y				
Nivel	**Altura (m)**	**Carga Axial (tonf)**	**Fuerza Cortante (tonf)**	**Momento (tonf-m)**
PISO 1	4,3	2,5793	8,2989	24,6447
PISO 2	2,8	2,0833	4,9154	7,9733
PISO 3	2,8	1,561	4,9541	8,0126
PISO 4	2,8	1,0756	4,0057	7,3336
PISO 5	2,8	0,6443	3,1749	6,5993
PISO 6	2,8	0,2896	1,316	3,8664

Fuente: Propia

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La evaluación de la “RESPUESTA ESTRUCTURAL” se realizó analizando y discutiendo los indicadores: periodos de vibración, derivas y fuerzas internas; comparando los resultados del análisis dinámico espectral de los puntos A, B y C con respecto al modelo empotrado y así evaluar si incremento, disminución o no variación.

5.1. PERIODOS DE VIBRACIÓN

Se realiza la recopilación de los periodos de vibración para el modelo empotrado y los modelos de los puntos A, B y C.

Tabla 66 Periodos de Vibración para los 5 primeros modos

MODOS	PERIODOS DE VIBRACIÓN			
	EMPOTRADO	PUNTO C	PUNTO A	PUNTO B
Modo 01	0,992	1,021	1,029	1,038
Modo 02	0,846	0,882	0,893	0,903
Modo 03	0,734	0,766	0,774	0,783
Modo 04	0,299	0,306	0,308	0,31
Modo 05	0,252	0,259	0,261	0,263

Fuente: Propia

Tabla 67 Variación del Periodo con respecto al modelo empotrado

MODOS	VARIACIÓN DEL PERIODO DE VIBRACIÓN			
	EMPOTRADO	PUNTO C	PUNTO A	PUNTO B
Modo 01	0,00%	2,92%	3,73%	4,64%
Modo 02	0,00%	4,26%	5,56%	6,74%

Modo 03	0,00%	4,36%	5,45%	6,68%
Modo 04	0,00%	2,34%	3,01%	3,68%
Modo 05	0,00%	2,78%	3,57%	4,37%

Fuente: Propia

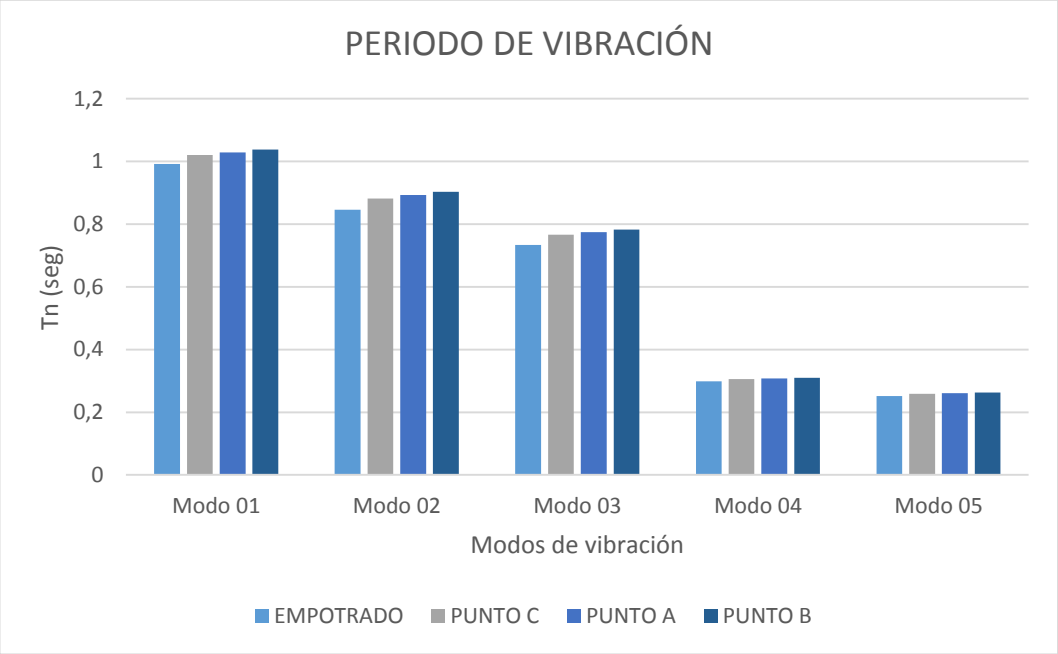


Figura 29 Comparación de los periodos de vibración para los 5 primeros modos.

Fuente: Propia

Se puede apreciar en la figura 29 el incremento de los periodos de vibración de los 5 primeros modos de vibración, notándose que el mayor aumento se da en el punto B, es decir, zona de cercado de Tacna. Este incremento es de 4,64% en el primer modo que controla la dirección Y, con respecto al modelo empotrado. En el segundo modo de vibración que controla la dirección X, se tiene un incremento de 6,74% con respecto al modelo empotrado.

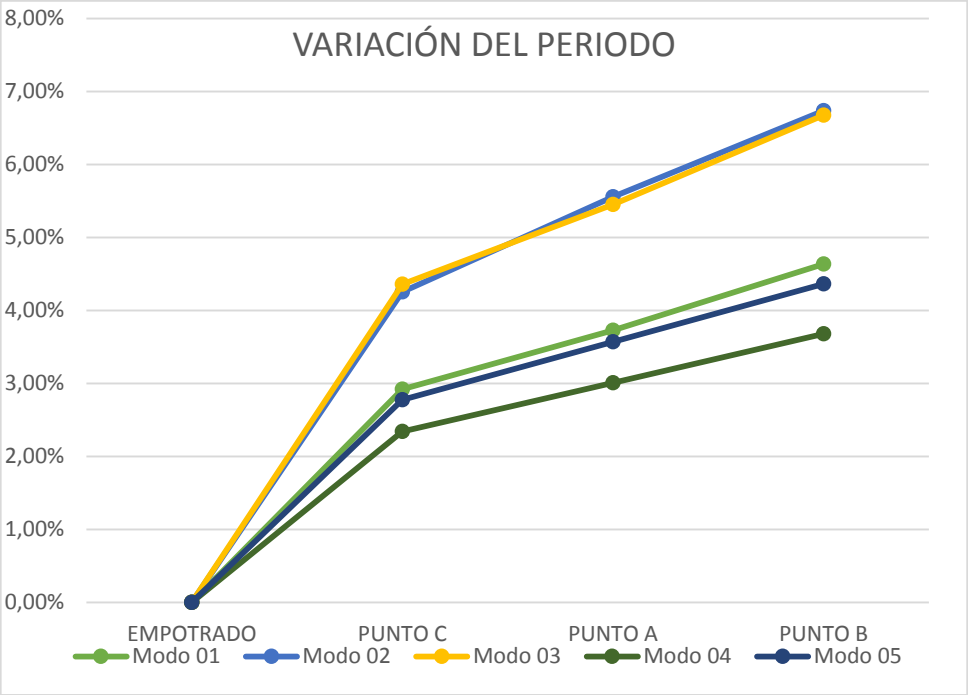


Figura 30 Variación del periodo de los modos con respecto al modelo empotrado.

Fuente: Propia

La figura 30 muestra que existe el incremento de los periodos fundamentales de vibración en los distintos modos de vibrar cuando se considera en su análisis la interacción suelo estructura, siendo los puntos A y B los de mayor incremento, correspondientes a las zonas de Alto de la Alianza y Cercado de Tacna.

5.2. DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS

Tabla 68 Comparación de derivas para modelos de perfil S2 - dirección X

Entrepiso	Deriva		
	Empotrado	Punto A	Punto B
Piso 01	0,0014	0,0017	0,0017

Piso 02	0,0018	0,0019	0,0019
Piso 03	0,0017	0,0017	0,0017
Piso 04	0,0014	0,0015	0,0015
Piso 05	0,0011	0,0011	0,0011
Piso 06	0,0008	0,0008	0,0008

Fuente: Propia

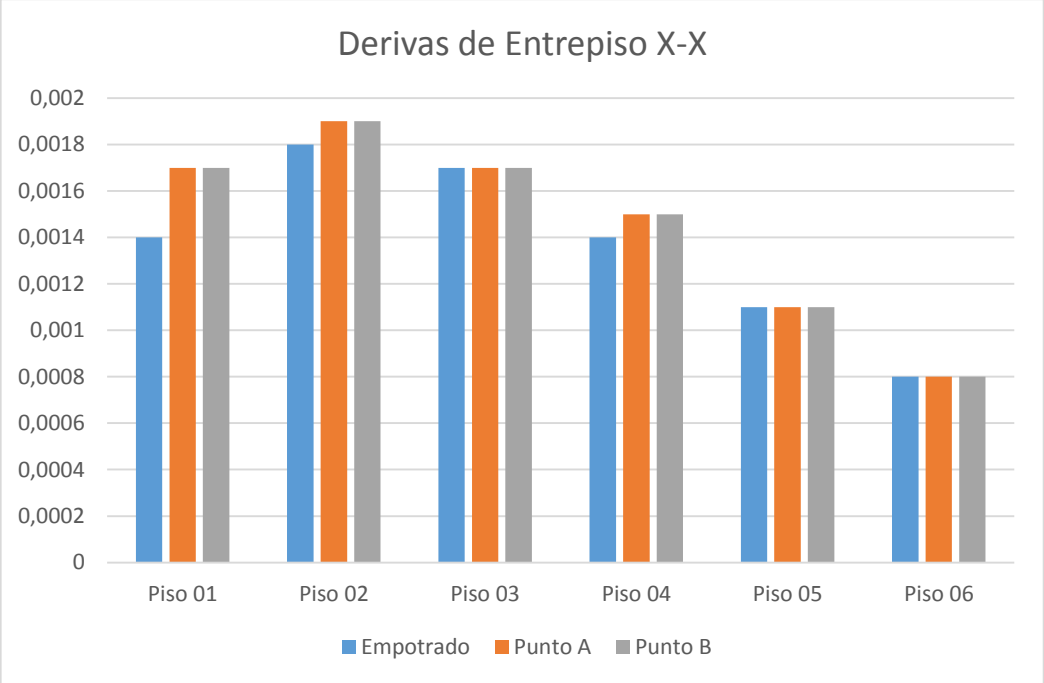


Figura 31 Gráfico de derivas para modelos empotrados en Puntos A y B, dirección X.

Fuente: Propia

En la figura 31 se muestra el incremento de las derivas de entrepiso en la dirección X de los puntos A y B, con respecto al modelo empotrado. Es importante mencionar que este análisis ha sido trabajado con el espectro relacionado al perfil de suelo S2, característico de la zona norte y cercado de la ciudad de Tacna, siendo los desplazamientos en el punto B los incrementos más significativos.

Tabla 69 Comparación de derivas para modelos de perfil S2 - dirección Y

Entrepiso	Deriva		
	Empotrado	Punto A	Punto B
Piso 01	0,0019	0,0021	0,0022
Piso 02	0,0023	0,0024	0,0024
Piso 03	0,0021	0,0021	0,0021
Piso 04	0,0017	0,0017	0,0017
Piso 05	0,0012	0,0012	0,0012
Piso 06	0,0008	0,0008	0,0008

Fuente: Propia

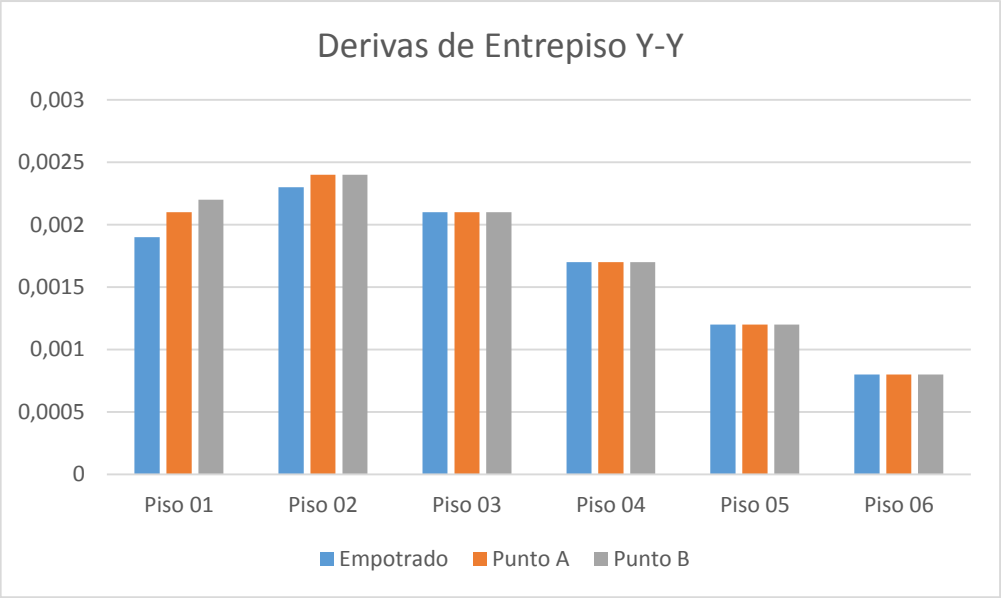


Figura 32 Gráfico de las derivas para los modelos en los Punto A y B - dirección Y.

Fuente: Propia

En la figura 32 se muestra el incremento de las derivas de entrepiso en la dirección Y de los puntos A y B, con respecto al modelo empotrado, siendo los desplazamientos más significativos los que corresponde al punto B, esta variación también ocurrió en los resultados para la dirección X.

Tabla 70 Comparación de derivas, modelos con perfil S1 - dirección X

Entrepiso	Deriva	
	Empotrado	Punto C
Piso 01	0,0009	0,001
Piso 02	0,0012	0,0012
Piso 03	0,0011	0,0011
Piso 04	0,0009	0,0009
Piso 05	0,0007	0,0007
Piso 06	0,0005	0,0005

Fuente: Propia

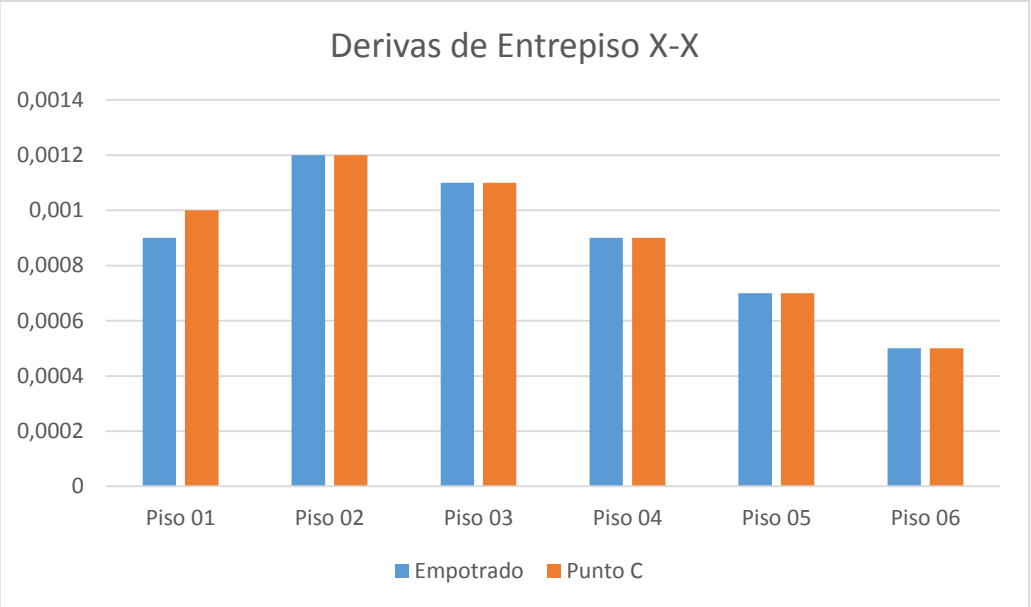


Figura 33 Gráfico de las derivas para modelo empotrado en el Punto C - dirección X.

Fuente: Propia

En la figura 33 se muestra el incremento de las derivas de entrepiso en la dirección X del punto C, con respecto al modelo empotrado bajo el espectro del perfil de suelo tipo S1, característico de la zona del centro poblado Leguía.

Tabla 71 Comparación de derivas, modelos con perfil S1 - dirección Y

Entrepiso	Deriva	
	Empotrado	Punto C
Piso 01	0,0012	0,0013
Piso 02	0,0015	0,0015
Piso 03	0,0013	0,0013
Piso 04	0,0011	0,0011
Piso 05	0,0008	0,0008
Piso 06	0,0005	0,0005

Fuente: Propia

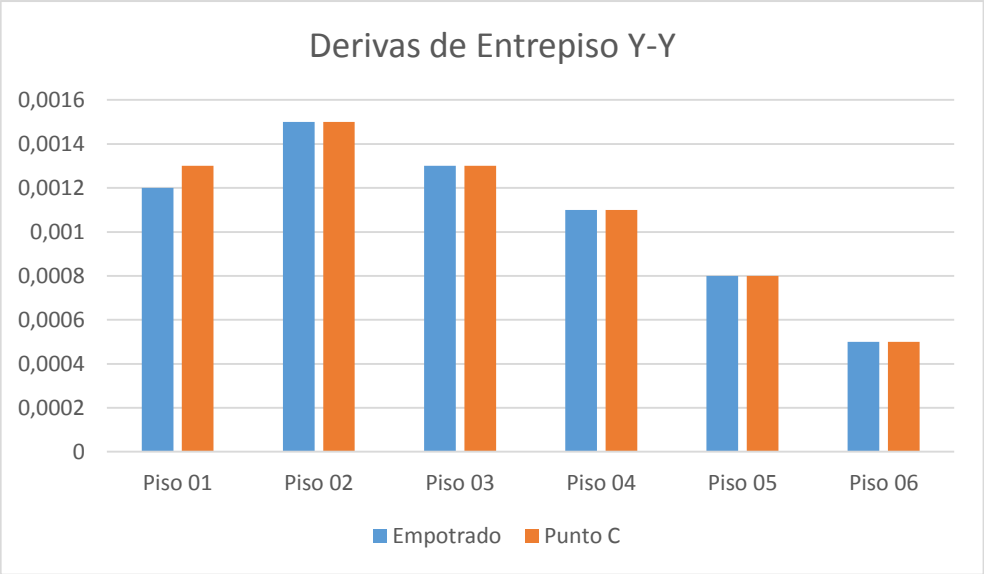


Figura 34 Gráfico de derivas para modelo empotrado e ISE en el Punto C, dirección Y.

Fuente: Propia

En la figura 34 se muestra el incremento de las derivas de entrepiso en la dirección X del punto C, con respecto al modelo empotrado bajo el espectro del perfil de suelo tipo S1, siendo el incremento más notorio del piso 01, esto demuestra que el modelo con ISE no cuenta con una influencia notoria con respecto al modelo empotrado de base rígida.

Tabla 72 Variación de deriva al modelo empotrado- dirección X

Entrepiso	Deriva			
	Empotrado	Punto A	Punto B	Punto C
Piso 01	0,000	0,214	0,214	0,111
Piso 02	0,000	0,056	0,056	0,000
Piso 03	0,000	0,000	0,000	0,000
Piso 04	0,000	0,071	0,071	0,000
Piso 05	0,000	0,000	0,000	0,000
Piso 06	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: Propia

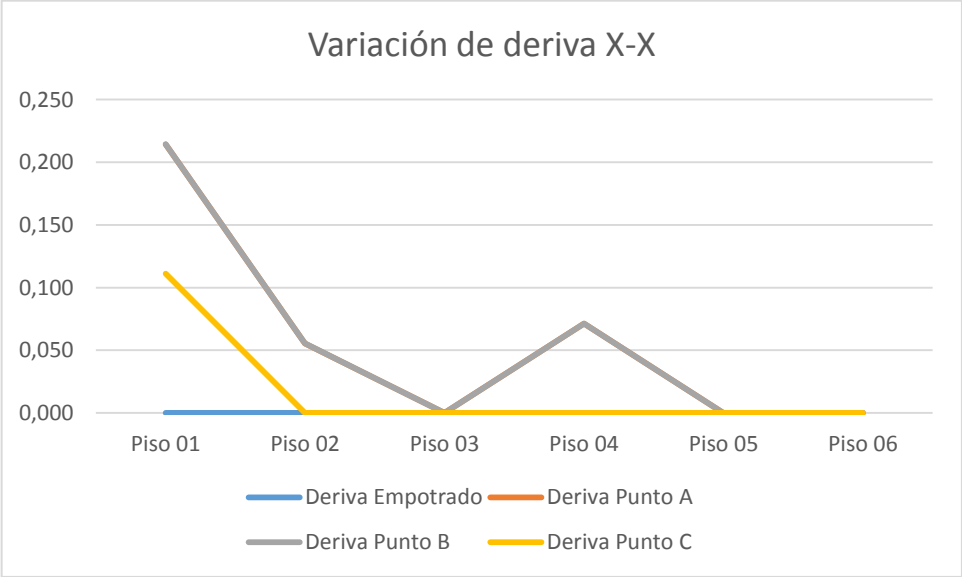


Figura 35 Decrecimiento de la variación de deriva al aumento de nivel, dirección X.

Fuente: Propia

La figura 35 muestra que existe variación de las derivas en los puntos A, B y C para el piso 01, variación de las derivas en los A y B para los pisos 2 y 4; entonces es posible inferir que el perfil de suelo tipo S2 con las

características geotécnicas de los puntos A y B hay influencia del suelo.

Tabla 73 Variación de deriva al modelo empotrado - dirección Y

Entrepiso	Deriva			
	Empotrado	Punto A	Punto B	Punto C
Piso 01	0,000	0,105	0,158	0,083
Piso 02	0,000	0,043	0,043	0,000
Piso 03	0,000	0,000	0,000	0,000
Piso 04	0,000	0,000	0,000	0,000
Piso 05	0,000	0,000	0,000	0,000
Piso 06	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: Propia

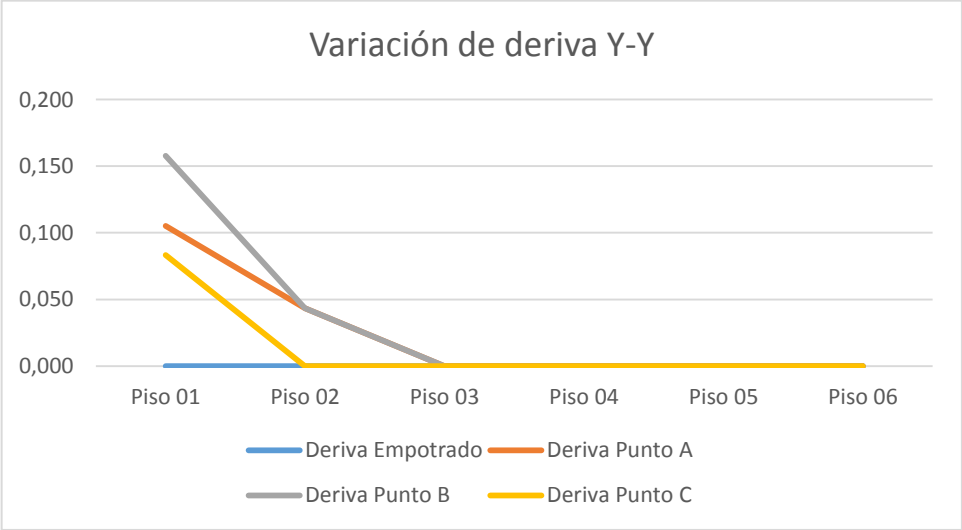


Figura 36 Decrecimiento de la variación de deriva al aumento de nivel, dirección Y.

Fuente: Propia

La figura 36 muestra que existe variación de las derivas en los puntos A, B y C para el piso 01 y variación de las derivas en los A y B para el piso 2; entonces es posible inferir que el perfil de suelo tipo S2 con las características geotécnicas de los puntos A y B hay influencia del suelo.

Tabla 74 Desplazamientos en la dirección X

Nivel	Desplazamiento (m)				
	Empotrado S2	Punto A	Punto B	Empotrado S1	Punto C
1	0,006	0,0071	0,0073	0,0038	0,0044
2	0,0111	0,0125	0,0127	0,0071	0,0078
3	0,0159	0,0173	0,0176	0,0101	0,0108
4	0,0199	0,0214	0,0217	0,0126	0,0134
5	0,0229	0,0246	0,0249	0,0145	0,0154
6	0,025	0,0268	0,0272	0,0159	0,0168

Fuente: Propia

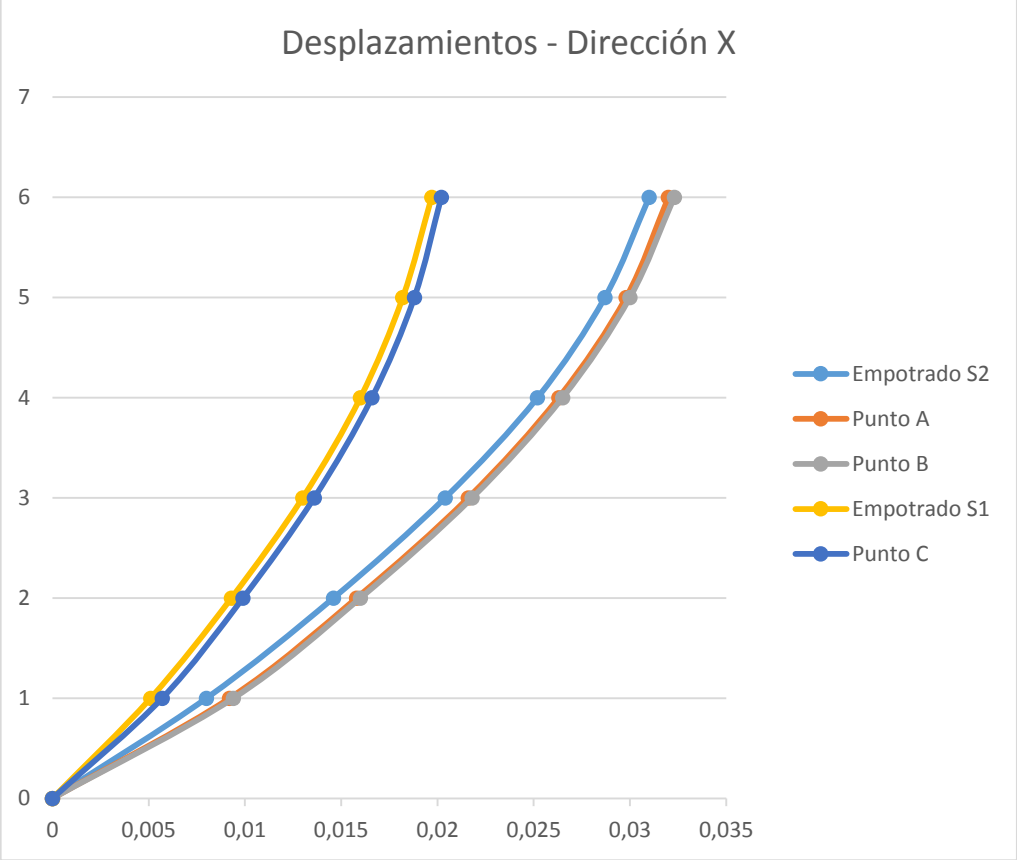


Figura 37 Relación de desplazamientos en la dirección X.

Fuente: Propia

Tabla 75 Desplazamientos en la dirección Y

Nivel	Desplazamiento (m)				
	Empotrado S2	Punto A	Punto B	Empotrado S1	Punto C
1	0,006	0,0071	0,0073	0,0038	0,0044
2	0,0111	0,0125	0,0127	0,0071	0,0078
3	0,0159	0,0173	0,0176	0,0101	0,0108
4	0,0199	0,0214	0,0217	0,0126	0,0134
5	0,0229	0,0246	0,0249	0,0145	0,0154
6	0,025	0,0268	0,0272	0,0159	0,0168

Fuente: Propia

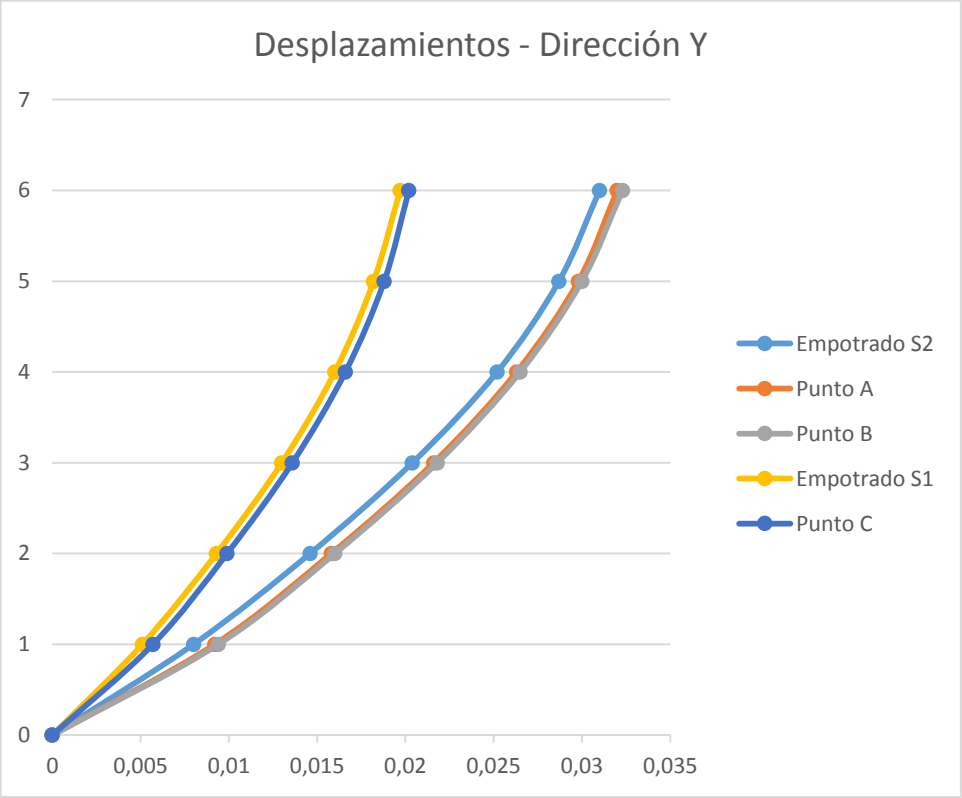


Figura 38 Relación de desplazamientos en la dirección Y.

Fuente: Propia

En concordancia con el incremento de las derivas en la dirección X e Y, también existe incremento de los desplazamiento en ambas direcciones, como se muestran en las figuras 37 y 38. Los desplazamientos para el análisis en los puntos A y B están siendo relacionados con el modelo empotrado S2 y el desplazamiento para el análisis del punto C está relacionado con el modelo empotrado S1, en ambos casos existe el incremento de desplazamiento.

5.3. FUERZAS INTERNAS

Se muestran los resultados obtenidos del análisis dinámico espectral para el modelo empotrado (casos de perfil de suelo S1 y S2) y los modelos con interacción suelo estructura en los puntos A, B y C. Para ello se tomó como muestra a 4 columnas de la estructura de análisis que se muestra a continuación:

Tabla 76 Comparación Carga Axial Columna C1 - dirección X

Nivel	Altura (m)	Carga Axial (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	19,7928	19,6634	19,6104	12,6297	12,5877
PISO 2	2,8	15,3019	15,0616	14,9888	9,8196	9,7212
PISO 3	2,8	10,8889	10,6812	10,6211	7,0608	6,9743
PISO 4	2,8	6,9686	6,8398	6,8016	4,5843	4,5307
PISO 5	2,8	3,8046	3,7464	3,7275	2,5409	2,5165
PISO 6	2,8	1,5277	1,5136	1,5077	1,0304	1,0245

Fuente: Propia

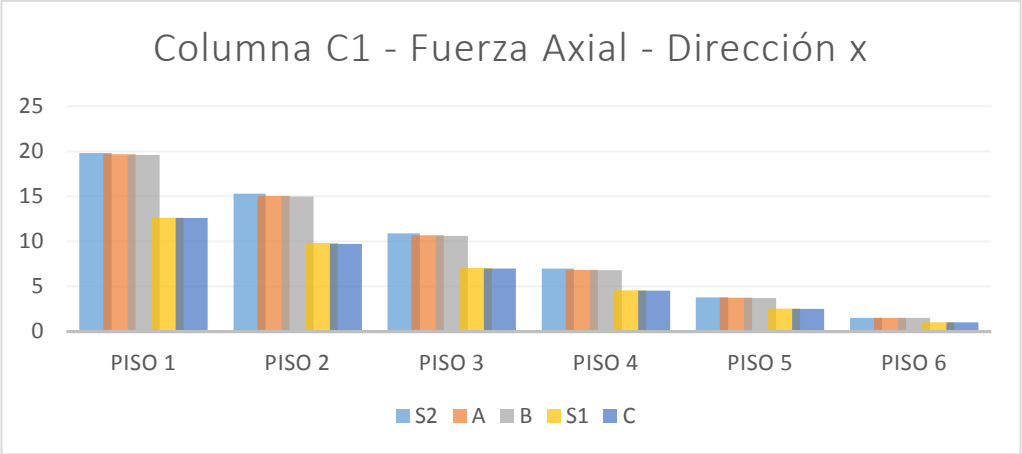


Figura 39 Comparación Carga Axial Columna C1 - dirección X.

Fuente: Propia

Tabla 77 Comparación Carga Axial Columna C1 - dirección Y

Nivel	Altura (m)	Carga Axial (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	13,4082	12,8771	12,7621	8,5677	8,3032
PISO 2	2,8	10,2322	9,6816	9,5642	6,5926	6,3204
PISO 3	2,8	7,121	6,6831	6,5894	4,661	4,4452
PISO 4	2,8	4,4461	4,14	4,0746	2,9745	2,823
PISO 5	2,8	2,3335	2,1522	2,1136	1,5994	1,5088
PISO 6	2,8	1,5277	1,5136	1,5077	1,0304	1,0245

Fuente: Propia

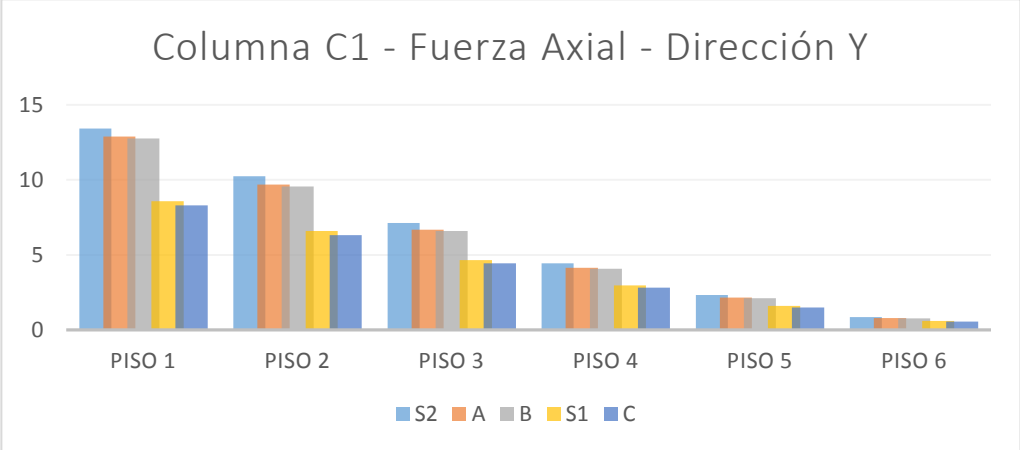


Figura 40 Comparación Carga Axial Columna C1 - dirección Y.

Fuente Propia

Tabla 78 Comparación Fuerza Cortante Columna C1 - dirección X

Nivel	Altura (m)	Fuerza Cortante (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	8,22	7,6309	7,5076	5,3171	5,0162
PISO 2	2,8	5,2926	5,0148	4,9468	3,3793	3,2412
PISO 3	2,8	5,1744	4,9081	4,8483	3,2998	3,1704
PISO 4	2,8	4,0651	3,8858	3,8441	2,657	2,5744
PISO 5	2,8	3,0524	2,9265	2,8977	2,0922	2,0316
PISO 6	2,8	1,1416	1,1735	1,1785	0,86	0,867

Fuente: Propia

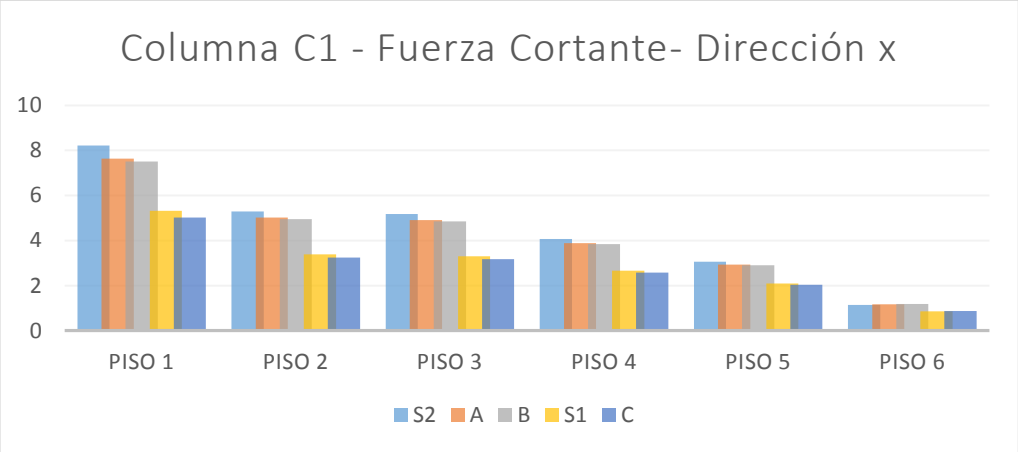


Figura 41 Comparación Fuerza Cortante Columna C1 - dirección X.

Fuente Propia

Tabla 79 Comparación Fuerza Cortante Columna C1 - dirección Y

Nivel	Altura (m)	Fuerza Cortante (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	4,3654	4,1542	4,1063	2,8289	2,7165
PISO 2	2,8	3,8264	3,7307	3,7101	2,443	2,3933
PISO 3	2,8	3,4152	3,2864	3,258	2,1812	2,1173
PISO 4	2,8	2,76	2,6552	2,6324	1,8116	1,7609
PISO 5	2,8	2,0142	1,9299	1,9117	1,3907	1,3474
PISO 6	2,8	1,0059	0,9449	0,9318	0,7461	0,7123

Fuente: Propia

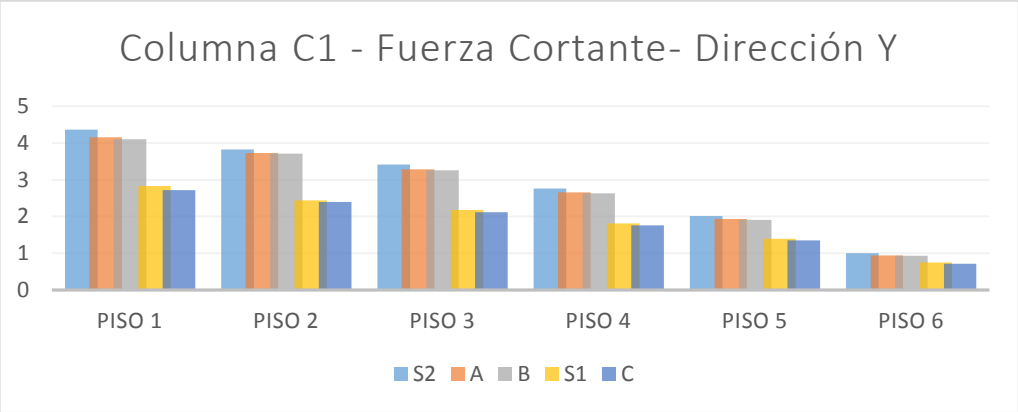


Figura 42 Comparación Fuerza Cortante Columna C1 - dirección Y.

Fuente: Propia

Tabla 80 Comparación Momentos Columna C1 - dirección X

Nivel	Altura (m)	Momento (tonf-m)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	27,325	23,8014	23,0598	17,5739	15,7759
PISO 2	2,8	7,1905	7,4103	7,4482	4,7612	4,869
PISO 3	2,8	8,231	8,0206	7,9686	5,3029	5,195
PISO 4	2,8	8,0096	7,6778	7,6008	5,1019	4,9394
PISO 5	2,8	7,2116	6,8574	6,7775	4,6646	4,497
PISO 6	2,8	4,1334	4,0477	4,0244	2,7653	2,7268

Fuente: Propia

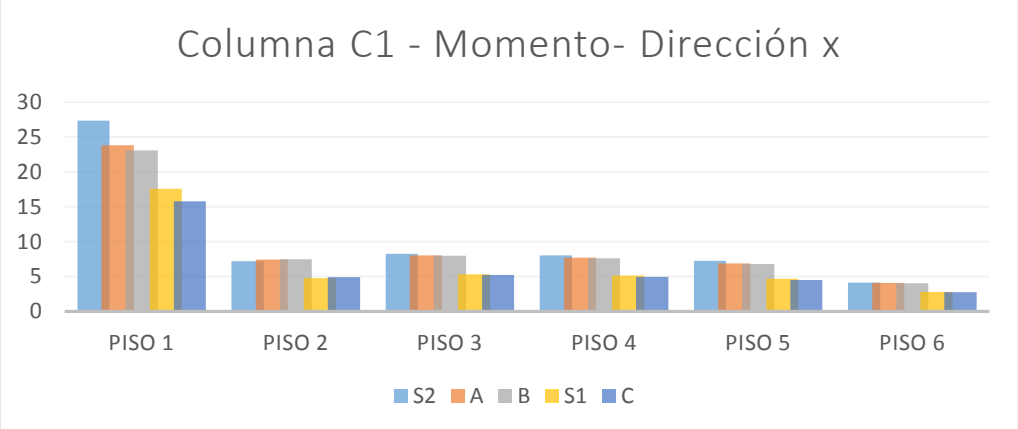


Figura 43 Comparación Momentos Columna C1 - dirección X.

Fuente: Propia

Tabla 81 Comparación Momentos Columna C1 - dirección Y

Nivel	Altura (m)	Momento (tonf-m)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	12,8466	11,4509	11,1447	8,2827	7,5597
PISO 2	2,8	5,0395	5,1222	5,1397	3,281	3,3163
PISO 3	2,8	4,9915	4,8998	4,8791	3,1925	3,1429
PISO 4	2,8	4,5251	4,3878	4,3578	2,8931	2,8251
PISO 5	2,8	3,7777	3,6461	3,6175	2,4832	2,4189
PISO 6	2,8	2,3456	2,2343	2,2101	1,6199	1,5631

Fuente: Propia

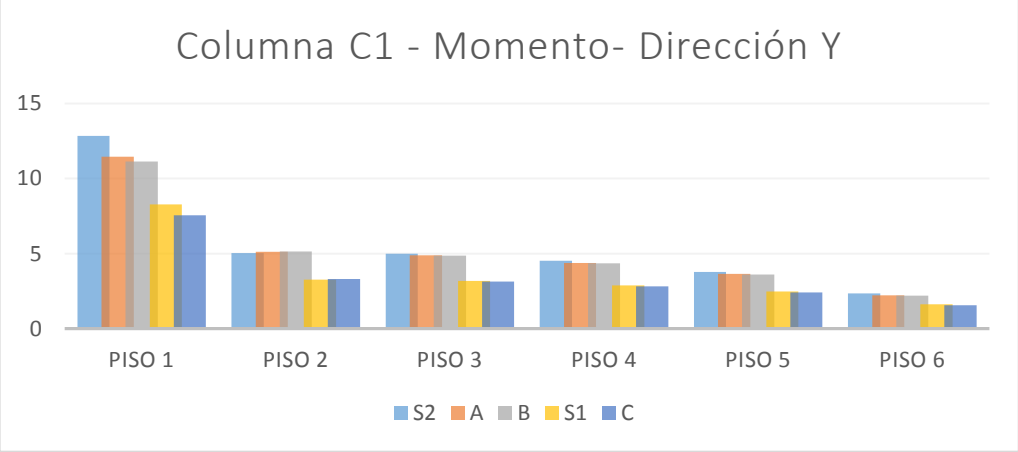


Figura 44 Comparación Momentos Columna C1 - dirección Y.

Fuente: Propia

La primera columna analizada es la C1, ubicada en las intersecciones de los ejes 1 y A, muestra disminución de la carga axial, al aplicar el modelo con interacción suelo estructura, hasta en un 1% en la dirección X y 3% en la dirección Y, no siendo incidente esta disminución con respecto a los resultados obtenidos por el modelo empotrado. Para la fuerza cortante hay una disminución de hasta 9% en la dirección X y 6% en la dirección Y, aquí si tenemos que observar una disminución de las fuerzas cortantes

influenciadas por el suelo que deben ser consideradas. Para el momento flector hay una disminución de hasta 16% en la dirección X y 11% en la dirección Y, se observa la influencia de la flexibilidad del suelo en la disminución de los momentos flectores en columnas. Se aprecia que mientras el suelo de fundación se aleje más de las características de uno tipo rígido y se asemeje más uno flexible, se va disminuyendo las fuerzas internas causadas por una excitación.

Tabla 82 Comparación Cargas Axiales Columna C5 - dirección X

Nivel	Altura (m)	Carga Axial (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	13,2117	11,0811	10,6475	8,4279	7,3517
PISO 2	2,8	9,8482	8,0144	7,64	6,3224	5,4004
PISO 3	2,8	6,6113	5,184	4,8945	4,3056	3,594
PISO 4	2,8	3,9133	2,9096	2,7087	2,6108	2,1164
PISO 5	2,8	1,8982	1,2899	1,1727	1,311	1,0162
PISO 6	2,8	0,6345	0,3741	0,3299	0,4562	0,3317

Fuente: Propia

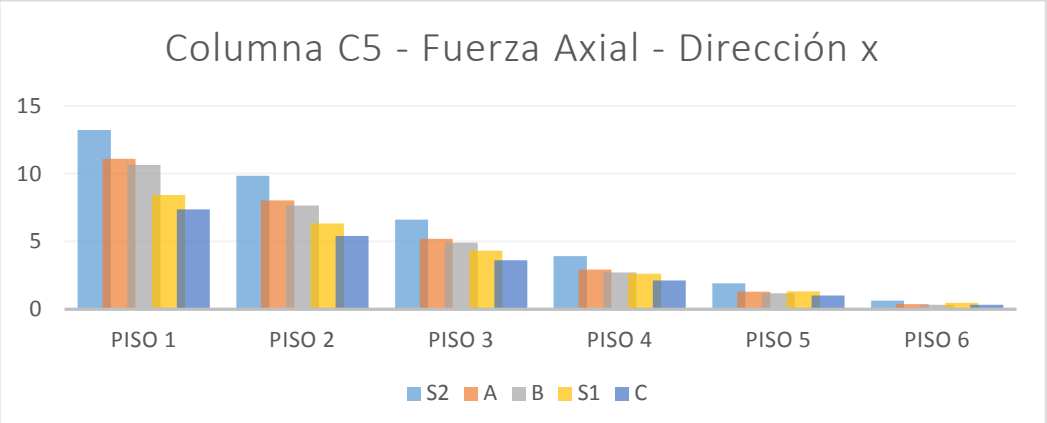


Figura 45 Comparación Cargas Axiales Columna C5 - dirección X.

Fuente: Propia

Tabla 83 Comparación Cargas Axiales Columna C5 - dirección Y

Nivel	Altura (m)	Carga Axial (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	15,4589	15,2245	15,1738	9,8717	9,7551
PISO 2	2,8	11,7056	11,3959	11,3283	7,5393	7,3876
PISO 3	2,8	8,1795	7,9259	7,8709	5,351	5,2259
PISO 4	2,8	5,1169	4,9457	4,9087	3,4212	3,3343
PISO 5	2,8	2,7003	2,6073	2,5873	1,8487	1,799
PISO 6	2,8	1,0321	0,9969	0,9894	0,719	0,6991

Fuente: Propia

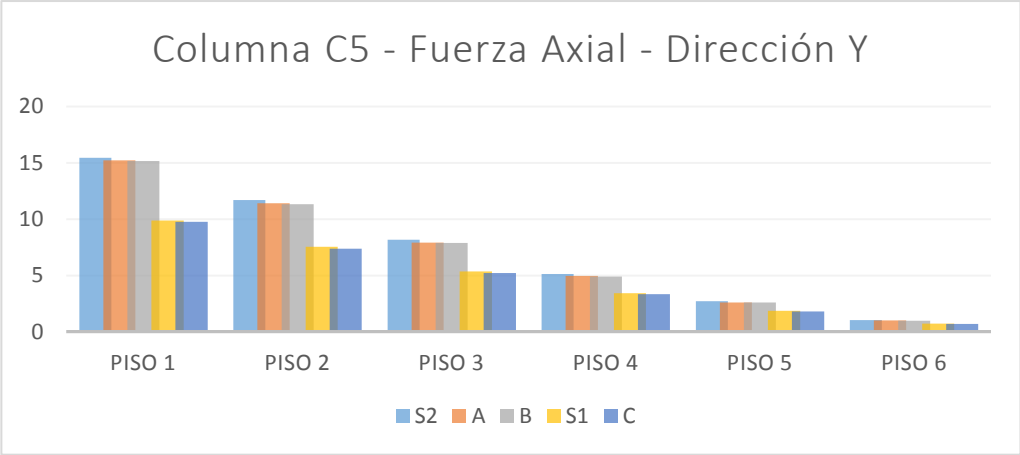


Figura 46 Comparación Cargas Axiales Columna C5 - dirección Y.

Fuente: Propia

Tabla 84 Comparación Fuerzas Cortantes Columna C5 - dirección X

Nivel	Altura (m)	Fuerza Cortante (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	10,4851	9,792	9,642	6,7662	6,4176
PISO 2	2,8	12,5542	11,9603	11,8231	8,0081	7,7141
PISO 3	2,8	10,3585	9,6693	9,5166	6,5985	6,2611
PISO 4	2,8	8,7047	8,1244	7,9961	5,638	5,3599
PISO 5	2,8	6,1153	5,6932	5,6006	4,1059	3,9033
PISO 6	2,8	3,9143	3,608	3,5404	2,7408	2,5883

Fuente: Propia

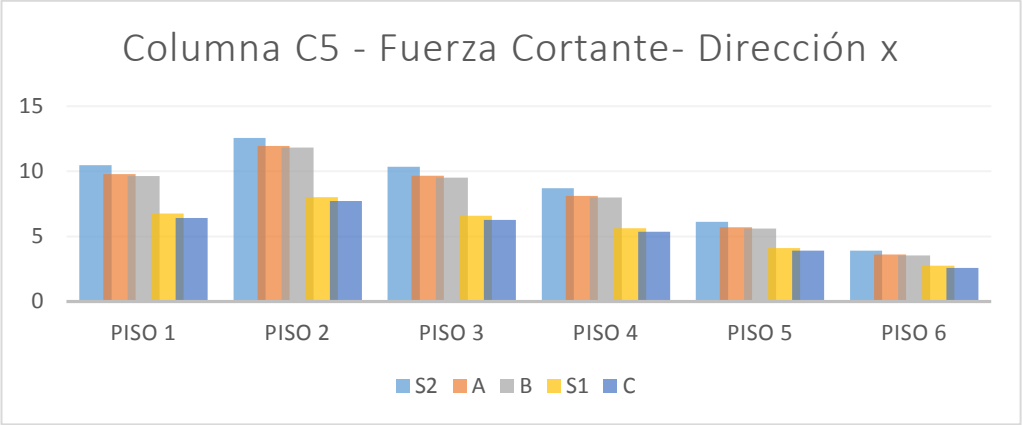


Figura 47 Comparación Fuerzas Cortantes Columna C5 - dirección X.

Fuente: Propia

Tabla 85 Comparación Fuerzas Cortantes Columna C5 - dirección Y

Nivel	Altura (m)	Fuerza Cortante (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	4,0954	4,4142	4,4611	2,653	2,8185
PISO 2	2,8	3,8364	3,4974	3,4353	2,449	2,2717
PISO 3	2,8	3,3059	3,2479	3,2316	2,111	2,0832
PISO 4	2,8	2,7176	2,5943	2,5684	1,7808	1,7212
PISO 5	2,8	1,9449	1,8658	1,8484	1,3393	1,2986
PISO 6	2,8	1,0524	0,9869	0,9726	0,773	0,7372

Fuente: Propia

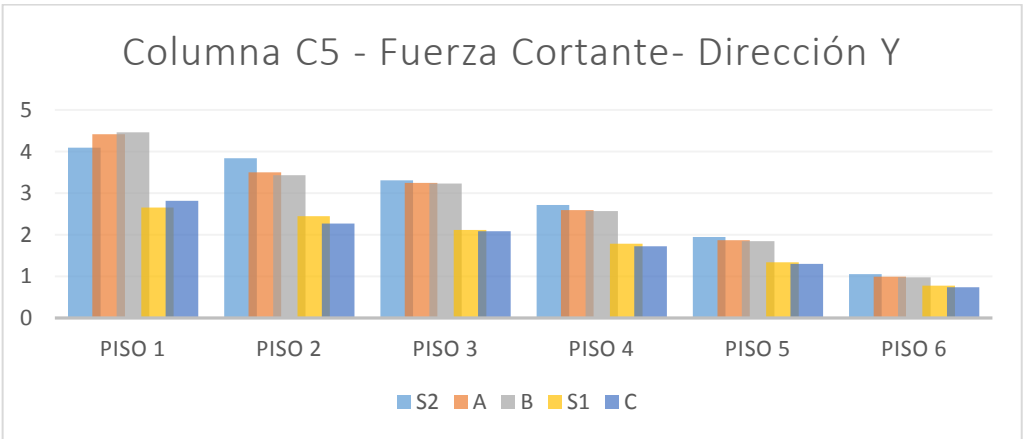


Figura 48 Comparación Fuerzas Cortantes Columna C5 - dirección Y.

Fuente: Propia

Tabla 86 Comparación Momentos Columna C5 - dirección X

Nivel	Altura (m)	Momento (tonf-m)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	30,4406	26,7075	25,9082	19,5694	17,676
PISO 2	2,8	15,5476	14,4746	14,4184	9,8881	9,3694
PISO 3	2,8	14,5007	13,7878	13,6261	9,2417	8,8882
PISO 4	2,8	13,2625	12,4563	12,2767	8,4603	8,0678
PISO 5	2,8	10,5336	9,8511	9,7006	6,8559	6,529
PISO 6	2,8	7,6586	7,1031	6,9802	5,1793	4,9099

Fuente: Propia

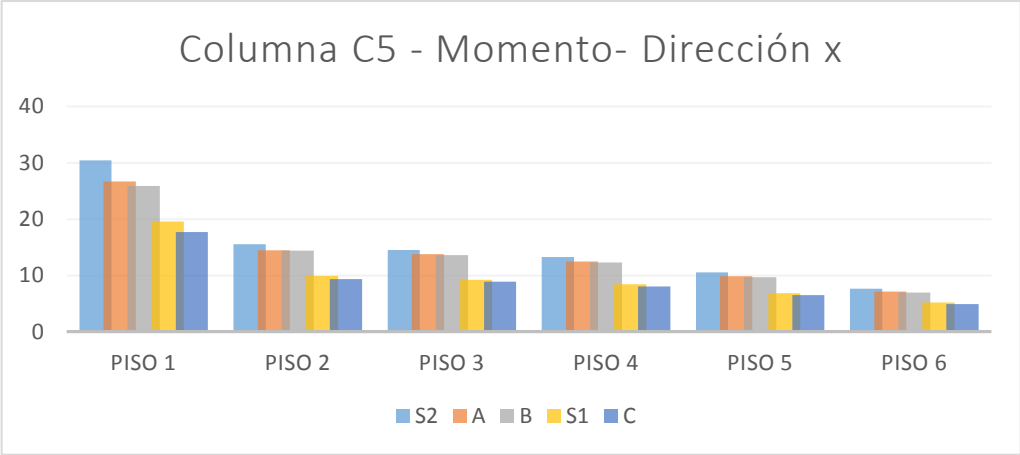


Figura 49 Comparación Momentos Columna C5 - dirección X.

Fuente: Propia

Tabla 87 Comparación Momentos Columna C5 - dirección Y

Nivel	Altura (m)	Momento (tonf-m)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	11,8578	12,1655	12,1669	7,6437	7,8125
PISO 2	2,8	4,9024	4,8927	4,8933	3,186	3,1737
PISO 3	2,8	4,8055	4,7324	4,7147	3,0716	3,0321
PISO 4	2,8	4,3514	4,208	4,1769	2,7827	2,7116
PISO 5	2,8	3,5564	3,4294	3,4017	2,3376	2,2754
PISO 6	2,8	2,3238	2,2101	2,1849	1,6046	1,5465

Fuente: Propia

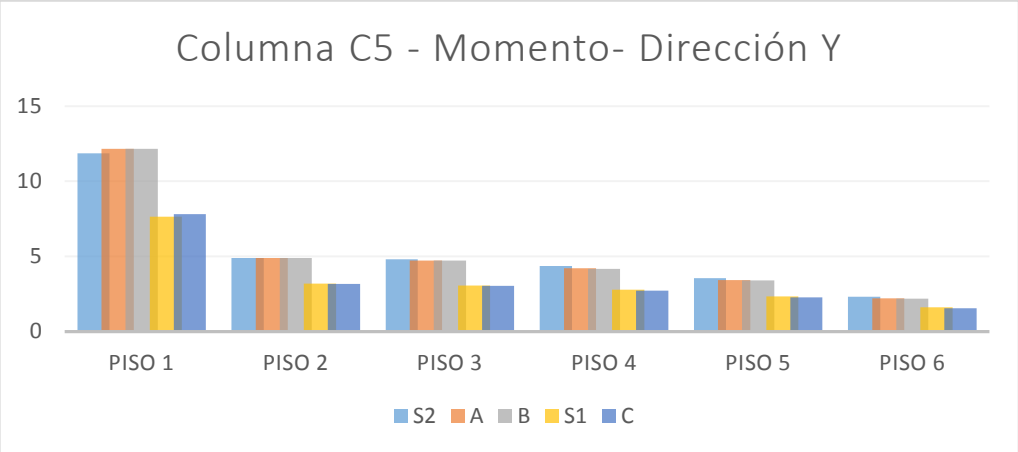


Figura 50 Comparación Momentos Columna C5 - dirección Y.

Fuente: Propia

La segunda columna analizada es la C5, ubicada en las intersecciones de los ejes 1 y B, muestra disminución de la carga axial, al aplicar el modelo con interacción suelo estructura, hasta en un 20% en la dirección X y 2% en la dirección Y, siendo incidente esta disminución en la dirección X con respecto a los resultados obtenidos por el modelo empotrado. Para la fuerza cortante hay una disminución de hasta 9% en la dirección X y un incremento de hasta 8% en la dirección Y, aquí si tenemos que observar una disminución de las fuerzas cortantes influenciadas por el suelo que deben ser consideradas en la dirección X. Para el momento flector hay una disminución de hasta 15% en la dirección X y un incremento de 3% en la dirección Y, se observa la influencia de la flexibilidad del suelo en la disminución de los momentos flectores en columnas en la dirección X. Se aprecia que mientras el suelo de fundación se aleje más de las

características de uno tipo rígido y se asemeje más uno flexible, se va disminuyendo las fuerzas internas causadas por una excitación en la dirección X, sin embargo, para la dirección Y se ha observado incrementos en el primer nivel de las fuerzas internas. Es importante mencionar que la columna C5 se encuentra ubicada al medio del borde de la estructura por lo que abarca mayor área tributaria que la columna C1 que es una columna esquinera.

Tabla 88 Comparación Fuerzas Axiales Columna C17 - dirección X

Nivel	Altura (m)	Carga Axial (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	9,9997	10,1913	10,1738	6,3743	6,5005
PISO 2	2,8	8,0219	8,064	8,0272	5,1379	5,1837
PISO 3	2,8	5,7972	5,8016	5,7675	3,7465	3,7677
PISO 4	2,8	3,8121	3,812	3,7871	2,4908	2,5033
PISO 5	2,8	2,146	2,1521	2,1375	1,4168	1,4268
PISO 6	2,8	0,8608	0,8723	0,867	0,5705	0,5792

Fuente: Propia

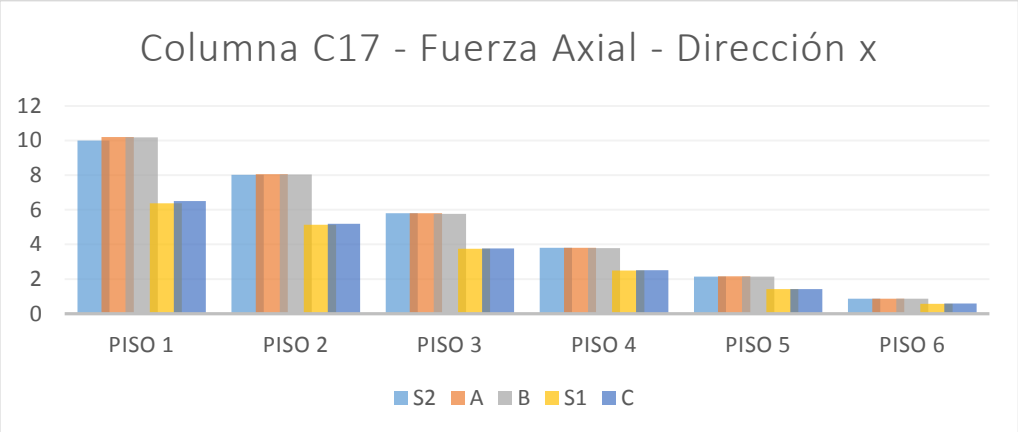


Figura 51 Comparación Fuerzas Axiales Columna C17 - dirección X.

Fuente Propia

Tabla 89 Comparación Fuerzas Axiales Columna C17 - dirección Y

Nivel	Altura (m)	Carga Axial (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	1,0602	1,2201	1,257	0,677	0,7567
PISO 2	2,8	0,8511	0,9679	0,9946	0,5455	0,6038
PISO 3	2,8	0,6138	0,6927	0,7103	0,396	0,4354
PISO 4	2,8	0,4027	0,4533	0,4642	0,262	0,2871
PISO 5	2,8	0,2265	0,2548	0,2607	0,1485	0,1625
PISO 6	2,8	0,091	0,1033	0,1057	0,0598	0,066

Fuente: Propia

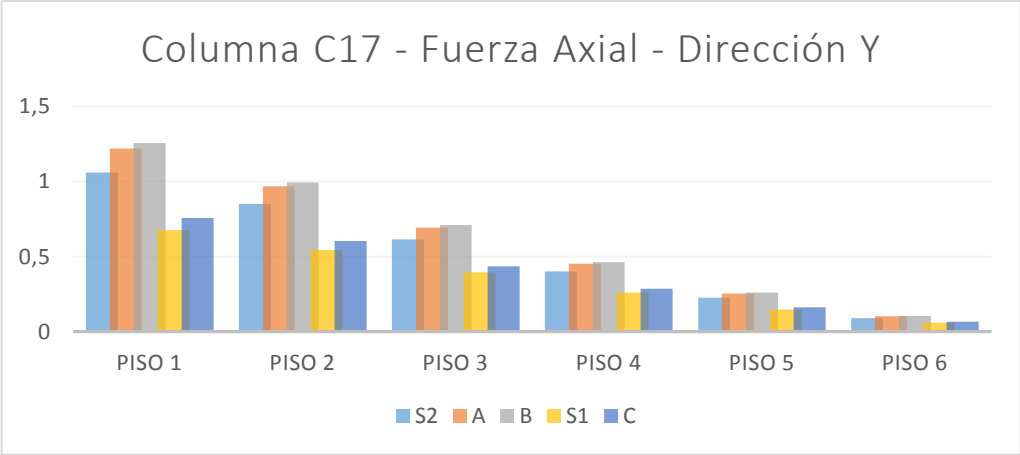


Figura 52 Comparación Fuerzas Axiales Columna C17 - dirección Y.

Fuente: Propia

Tabla 90 Comparación Fuerzas Cortantes Columna C17 - dirección X

Nivel	Altura (m)	Fuerza Cortante (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	8,9119	8,7286	8,6735	5,7599	5,6727
PISO 2	2,8	8,0152	8,0923	8,0941	5,1136	5,1534
PISO 3	2,8	7,232	7,1838	7,1626	4,61	4,5947
PISO 4	2,8	6,0172	6,039	6,0342	3,9084	3,9294
PISO 5	2,8	4,4232	4,4501	4,4495	2,9801	2,9966
PISO 6	2,8	2,6647	2,8791	2,9188	1,8517	1,9504

Fuente: Propia

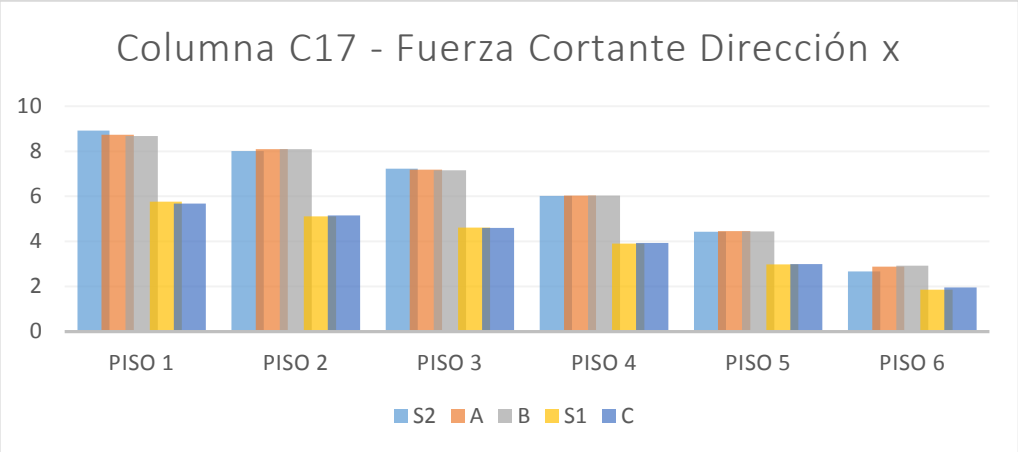


Figura 53 Comparación Fuerzas Cortantes Columna C17 - dirección X.

Fuente: Propia

Tabla 91 Comparación de Fuerzas Cortantes Columna C17 - dirección Y

Nivel	Altura (m)	Fuerza Cortante (tonf)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	12,2021	10,4543	10,1813	7,9139	6,9681
PISO 2	2,8	8,4386	8,8146	8,8469	5,3918	5,5925
PISO 3	2,8	7,9562	7,6069	7,5447	5,0873	4,9104
PISO 4	2,8	6,3809	6,2719	6,2467	4,2077	4,1551
PISO 5	2,8	4,7108	4,5901	4,5664	3,2807	3,2138
PISO 6	2,8	2,072	2,0786	2,0824	1,5711	1,5559

Fuente: Propia

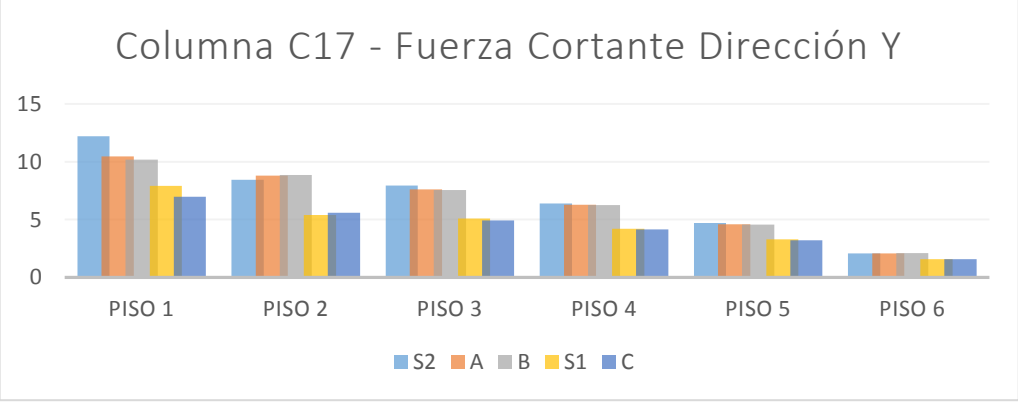


Figura 54 Comparación Fuerzas Cortantes Columna C17 - dirección Y.

Fuente: Propia

Tabla 92 Comparación Momentos Columna C17 - dirección X

Nivel	Altura (m)	Momento (tonf-m)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	27,6984	25,4097	24,865	17,8102	16,6653
PISO 2	2,8	9,976	10,5511	10,6596	6,502	6,7879
PISO 3	2,8	10,5631	10,6759	10,6843	6,7641	6,8225
PISO 4	2,8	10,0352	10,0286	10,0126	6,3967	6,4029
PISO 5	2,8	8,4978	8,4268	8,4005	5,5086	5,4859
PISO 6	2,8	6,0219	6,2558	6,2938	4,0171	4,1382

Fuente: Propia

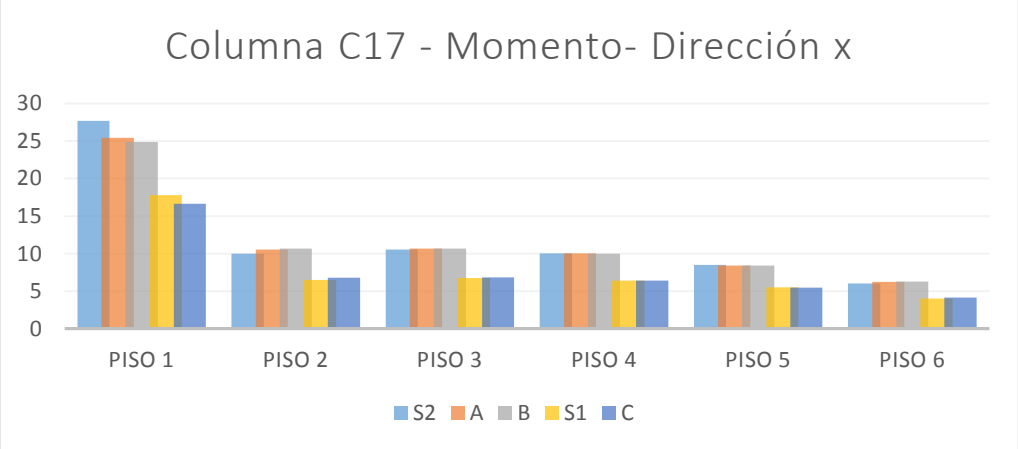


Figura 55 Comparación Momentos Columna C17 - dirección X.

Fuente: Propia

Tabla 93 Comparación Momentos Columna C17 - dirección Y

Nivel	Altura (m)	Momento (tonf-m)				
		S2	A	B	S1	C
PISO 1	4,3	37,5107	30,0522	28,7539	24,1832	20,2209
PISO 2	2,8	11,8373	12,4229	12,535	7,7996	8,0741
PISO 3	2,8	12,3582	12,2422	12,2212	7,9488	7,873
PISO 4	2,8	11,5003	11,3059	11,2643	7,3485	7,2491
PISO 5	2,8	9,9353	9,6933	9,6427	6,5038	6,3856
PISO 6	2,8	5,972	5,9142	5,904	4,0902	4,0539

Fuente: Propia

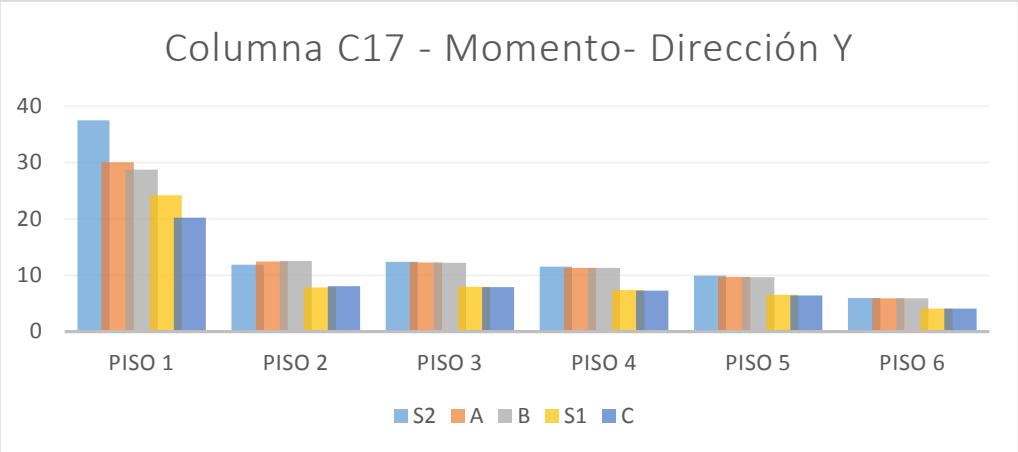


Figura 56 Comparación Momentos Columna C17 - dirección Y.

Fuente: Propia

La tercera columna analizada es la C17, ubicada en las intersecciones de los ejes 3 y B, muestra el incremento de la carga axial, al aplicar el modelo con interacción suelo estructura, hasta en un 2% en la dirección X y 19% en la dirección Y, siendo incidente este incremento en la dirección Y con respecto a los resultados obtenidos por el modelo empotrado. Para la fuerza cortante hay una disminución de hasta 3% en la dirección X y de hasta 17% en la dirección Y, aquí si tenemos que observar una disminución de las fuerzas cortantes influenciadas por el suelo que deben ser consideradas en la dirección Y. Para el momento flector hay una disminución de hasta 11% en la dirección X y de 24% en la dirección Y, se observa la influencia de la flexibilidad del suelo en la disminución de los momentos flectores en columnas en la dirección X e Y. Se aprecia que mientras el suelo de fundación se aleje más de las características de uno

tipo rígido y se asemeje más uno flexible, se va disminuyendo las fuerzas internas causadas por una excitación en la dirección Y. Es importante mencionar que la columna C17 se encuentra ubicada al centro de la estructura por lo que abarca mayor área tributaria que la columna C1 y C5.

Por lo tanto, considerando los resultados descritos líneas arriba, tomándose 3 muestras de columnas, se contrastan las hipótesis establecidas para la presente tesis:

Tabla 94 Contrastación de Hipótesis

HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	¿SE ACEPTA O RECHAZA?
HIPÓTESIS GENERAL La respuesta estructural de una edificación de 6 niveles, considerando interacción suelo estructura, tiene incrementos significativos en su periodo de vibración, y disminución de fuerzas internas y derivas.	De acuerdo a los resultados mostrados, la hipótesis general se ACEPTA, ya que existe variaciones considerables en la dirección X, en la dirección Y o en ambos casos a la vez, además es más notorio esta variación en las zonas norte y centro de la ciudad de Tacna siendo importante considerar al suelo en su análisis.
HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1 Las fuerzas internas de los elementos estructurales de la edificación aporticada se reducen al considerar al suelo en el análisis	De acuerdo a los resultados mostrados, la hipótesis específica 1 se ACEPTA, siendo importante que se tiene mayor influencia en las fuerzas cortantes y momentos flectores en las direcciones de mayor ancho tributario para las columnas.
HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2 Las derivas de entrepiso de la edificación aporticada se reducen al considerar la interacción suelo estructura en el análisis	De acuerdo a los resultados mostrados, la hipótesis específica 2 se RECHAZA, ya que se obtienen incrementos considerables en las derivas de entrepiso del primer nivel en los 3 puntos de estudio.
HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3 El periodo de vibración de la edificación aporticada se incrementa al considerar la interacción suelo estructura en el análisis	De acuerdo a los resultados mostrados, la hipótesis específica 3 se ACEPTA, ya que se obtienen incrementos considerables en los periodos de vibración de los diferentes modos de vibrar de la estructura, principalmente en los dos primeros modos que controlan la dirección Y y X respectivamente.

Fuente: propia

CONCLUSIONES

- Para los resultados del análisis dinámico modal espectral con base empotrada, se trabajaron con un espectro para un suelo S1 y otro para un suelo S2, es importante mencionar que por las características geológicas en la ciudad de Tacna es predominante el perfil de suelo tipo S2, sin embargo, en zonas como C.P. Leguía, J.V. Cristo Rey se puede tipificar al suelo como S1, así para la presente tesis se trabajó en ambas zonas.

- La comparación de resultados se hizo para los puntos A y B con el modelo espectral para suelo S2; y para el punto C con el modelo espectral para el suelo S1. En ambos casos existe un incremento del periodo fundamental de vibración en los 5 primeros modos de vibración con más del 90% de participación de la masa, el modo 1 se incrementa en un 3,73% en el punto A y 4,64% en el B, este modo es el predominando para la dirección Y-Y; en el modo 2 se ha incrementado en un 5,56% en el punto A y en 6,74% en B, este modo es el predominando en la dirección X-X. Asimismo, en el punto C se tiene incrementos de 2,92% para el modo 1 y 4,26% para el modo 2, por lo que será necesario reformular el periodo inicial y reemplazarlos por los valores obtenidos del análisis modal con interacción suelo estructura.

- Se ha encontrado un incremento significativo de los desplazamientos dentro de los puntos A y B, siendo el mayor incremento en el nivel 1 con un 21,67% con respecto al modelo empotrado y para el punto C el mayor incremento se da en el nivel 1 con un 15,79%. Asimismo se encuentra mayores derivas de hasta 21,4% y 15,8% en las direcciones X e Y respectivamente en los primeros niveles existiendo la posibilidad de superar lo especificado por la norma E.030 para límites de derivas, por lo que para el tipo de suelo del punto A (Arena arcillosa-limosa) y del punto B (Arena limosa), es importante el efecto de interacción suelo estructura. Para el segundo caso del punto C con respecto al modelo espectral S1, se encontró un ligero incremento en las derivas de hasta 11,1% y 8,3% en la dirección X e Y respectivamente para el primer nivel.

- Se ha observado la disminución de las fuerzas internas de la estructura para ambos casos de comparación, esto nos permitiría tener estructuras menos robustas y económicamente más accesible. Es importante mencionar que al actuar el suelo durante una carga arbitraria externa, esta se comporta como resortes que añaden un porcentaje de rigidez a la rigidez total de la estructura.

- Se determina favorable la respuesta estructural de una edificación aporticada con irregularidad en planta, cuando está cimentada en suelo

del tipo S1 y con descripción del suelo grava, canto rodado, cascajo, arena densa entre otros, ya que no se necesita la consideración del fenómeno de interacción suelo estructura, debiéndose trabajar la base como rígida.

RECOMENDACIÓN

- Actualizar la información de las características dinámicas de los suelos en la ciudad en zonas donde actualmente hay expansión poblacional, es decir, zona de cerro Intiorko, Habitat, Viñani entre otros. Esto nos daría una mejor referencia sobre como es el recorrido de la onda, desde su hipocentro hasta que llegue a contacto con la superficie terrestre y con mayor necesidad cuando hemos observado que en las zonas estudiadas en la presente tesis si hay una influencia del suelo.

- Es importante ampliar las investigaciones de la interacción suelo estructura con otras condiciones estructurales, como sistemas con muros de concreto armado o albañilería, muros de ductilidad limitada, estructuras de acero entre otros; para así poder generar un espectro de respuesta que añada al suelo dentro de su representación y no como actualmente sucede en la norma E.030 donde se asume el suelo rígido para su aplicación.

- Se recomienda ampliar más la aplicación de modelos dinámicos que consideren la rigidez del suelo en el análisis, ya que si bien, los modelos usados han sido producto de diversas experiencias y ensayos en laboratorio, esto no supera a la diversidad de casos que

se encuentra en la ciudad de Tacna, por lo que es importante buscar un modelo que se adecue más a las necesidades del proyectista.

- Se sugiere la complementación del presente trabajo de tesis con un estudio comparativo económico, evaluándose cuanto disminuye (o aumenta) el presupuesto de una estructura cuando ha sido diseñada usando un modelo empotrado, con respecto a otro diseñado usando un modelo Interacción Suelo Estructura, variando la zona de cimentación para de esta manera determinar qué suelos en la Ciudad de Tacna ofrecen una edificación económica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. Anandarajah H. Rashidi K. Arulanandan. (1995). Elasto-plastic finite element analyses of a soil-structure system under earthquake excitations. En *Computers and Geotechnics* (págs. 301-325).

Alva, J. (2002). *Dinámica de Suelos.* Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Barros, L. &. (2015). *Análisis Comparativo Económico - Estructural entre un Sistema Aporticado, un Sistema Aporticado con Muros Estructurales y un Sistema de Paredes Portantes en un Edificio de 10 Pisos.* Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Berríos, J. & Silva, J. (1998). *Estudio de Suelos para Cimentaciones en Edificaciones del Cono Norte de la Ciudad de Tacna*. (Tesis de Pregado). Universidad Privada de Tacna. Tacna, Perú.

Carhuapoma Meza, M. & Parodi Choccelahua, I (2015) *Interacción Sísmica Suelo-Estructura en Edificaciones Aporticadas en el Barrio de Publo Nuevo de la Ciudad de Lircay.* (Tesis de pregrado)

Cerna Vasquez, M. & Espinoza Torres, C. (2008). *Interacción Sísmica Suelo-Estructura en Edificaciones con Muros de Ductilidad Limitada*

sobre Plateas de Cimentación.

Chevez, D. (22 de Junio de 2015). TACNA: Así quedó la ciudad después del terremoto del 23 de junio. *Diario Correo*, pág. 5.

Chura Arocutipa, E. (2012). *Evaluación y Propuesta de un Plan de Gestión del Riesgo de Origen Sísmico en el Distrito de Ciudad Nueva- Tacna*. (Tesis de Maestría).

Condori Uchiri. (2014)**.** *Comparación del Comportamiento Sísmico Lineal y No-Lineal, en el Análisis y Diseño Estructural de un Edificio Alto, con Disipadores de Energía e Interacción Suelo-Estructura* (Tesis de pregrado)

Cotrado, D. & Siña, Y. (1994). *Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Tacna.* (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Privada de Tacna. Tacna, Perú.

Galicia Guarniz, W. & León Vasquez, J. (2007). *Interacción Sísmica Suelo-Estructura en Edificaciones de Albañilería Confinada con Plateas de Cimentación*. Universidad Privada Antenor Orrego.

Gordillo, N. (2011). *Aplicaciones de la Dinámica de Suelos.* México: UNAM.

Hurtado, J. A. (2015). Caracterización Dinámica de los Suelos en la Ciudad

de Tacna. Tacna, Tacna, Perú.

INDECI. (2004). *Mapa de Peligros de la Ciudad de Tacna.* Tacna: Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI.

Isidoro, C. (2016). *Interacción Dinámica Suelo-Estructura.* México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México UNAM.

Jinez, R. (2017). *INTERACCIÓN SISMICA SUELO - ESTRUCTURA EN EDIFICACIONES DE SISTEMA DUAL EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA.* Tacna: Universidad Privada de Tacna.

Meza, José & Valderrama Christian. (2014). *INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA EN LA REDUCCIÓN DE ESFUERZOS DE UNA EDIFICACIÓNAPORTICADA CON ZAPATAS AISLADAS.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas UPC.

Norma de Diseño Sismo Resistente. (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú.

S. Veletsos, A. &. (1973). *Vibration of viscoelastic foundation.*

Todorovska, M. (2002). oil-Structure System Identification of Millikan Library North-South Response during Four Earthquakes (1970-2002): What

Caused the Observed Wandering of the System Frequencies? *Bulletin of the Seismological Society of America*.

Villarreal, G. (2009). *Interacción Sísmica Suelo-Estructura en Edificaciones con Zapatas Aisladas.* Lima.

Villarreal, G. (2009). *Interacción Sísmica Suelo-Estructura en Edificios Altos.* Lima.

Zeevaert, L. (1980). *Interaccion suelo estructura de Cimentación.* México: Limusa.

ANEXOS

ANEXO 1

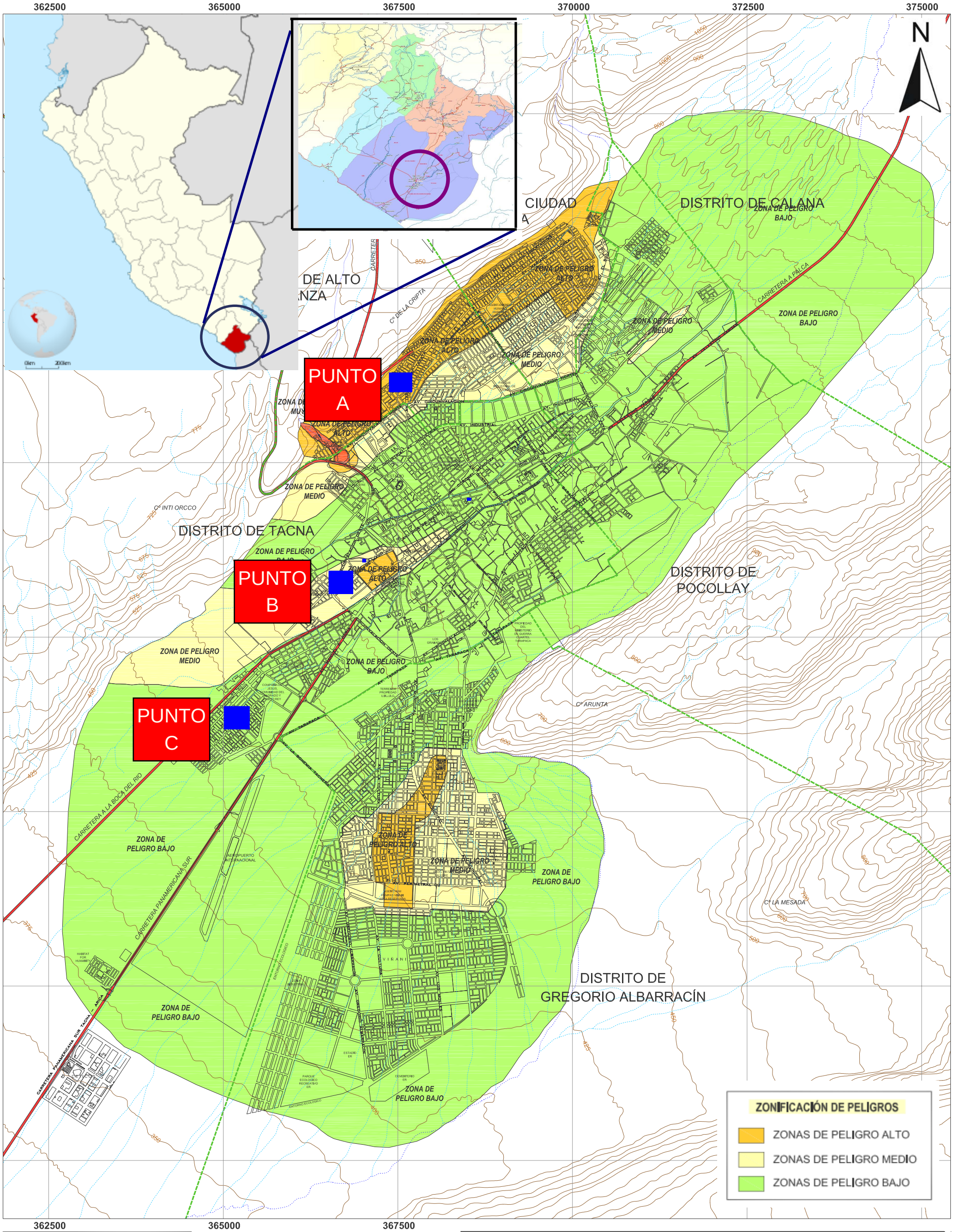
- ANEXO 1.1.- Plano de ubicación de las zonas de estudio
- ANEXO 1.2.- Plano zonificación geotécnica de la Ciudad de Tacna
- ANEXO 1.3.- Plano microzonificación sísmica de la Ciudad de Tacna
- ANEXO 1.4.- Planos de Arquitectura de la Edificación de 6 niveles (distribución en planta, elevación y cortes)
- ANEXO 1.5.- Planos de Estructuras de la Edificación de 6 niveles (cimentación y aligerados)

ANEXO 2

- ANEXO 2.1.- Estudios de Suelo para las tres zonas identificadas en el anexo 1.1
- ANEXO 2.2.- Estudio de Características Dinámicas del suelo de Tacna, elaborado el Ing. Jorge Alva Hurtado en el 2014.

ANEXO 3

- ANEXO 3.1.- Matriz de consistencia.



LEYENDA

- Predios urbanos
- Curvas de nivel
- Límite distrital
- Vías de Acceso
- Drenaje natural principal
- Drenaje natural secundario

UBICACIÓN DE PUNTOS

Punto A: Dist. Alto de la Alianza

Punto B: Cercado de Tacna

Punto C: C.P. Leguía

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTA DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
E. P. INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA DE 6 NIVELES, CIMENTADA EN LA ZONA NORTE, CENTRO Y SUR DE LA CIUDAD DE TACNA, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

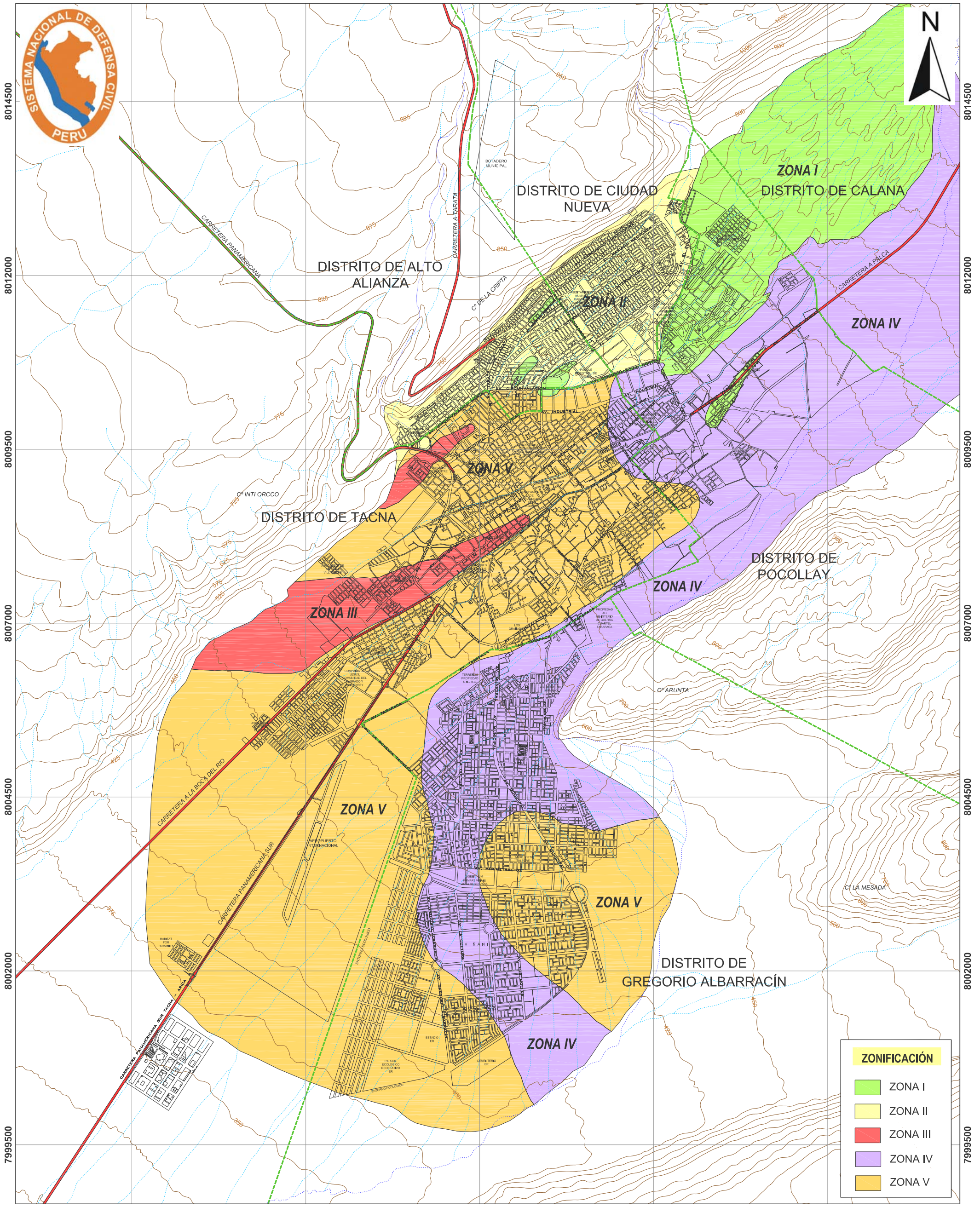
Nº de LAMINA : **P-01**

PLANO: **PLANO DE UBICACIÓN**

ESCALA : 1/50,000

REFERENCIA: PNUD INDECI - 2004

TESISTA: BACH. NORMAN FERNANDO ZUÑIGA QUISPE



LEYENDA

- Predios urbanos
- Curvas de nivel
- Límite distrital
- Vías de Acceso
- Drenaje natural principal
- Drenaje natural secundario

ZONAS	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS												
	MICRO TREMOR (Hz)		DENSIDAD (g/cm3)		DENSIDAD RELATIVA (%)		PRESIÓN ADM. MEYERHOF (Kg/cm2)		PROF. MÍNIMA DE CIMIENTO (m)	POTENCIAL DE COLAPSO Ic (%)		ASENTAMIENTO EN SUELOS (cm)	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.		MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
ZONA I	0.14	0.15	1.34	1.39	70.00	100.00	2.54	2.90	1.0 m.	0.21	0.50	1.98	2.01
ZONA II	0.20	0.25	1.46	1.63	40.00	70.00	0.63	0.76	2.0 m.	0.78	0.80	2.38	5.21
ZONA III	0.23	0.25	1.67	1.69	54.00	55.00	0.58	0.64	2.0 m.	1.72	11.50	2.38	5.21
ZONA IV	0.09	0.10	2.07	2.16	67.00	79.00	3.41	4.50	1.0 m.	0.24	1.51	1.31	1.44
ZONA V	0.09	0.10	2.06	2.17	75.00	98.00	3.50	3.62	1.0 m.	0.48	0.50	1.02	1.13

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTA DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
E. P. INGENIERÍA CIVIL

TESIS:
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA DE 6 NIVELES, CIMENTADA EN LA ZONA NORTE, CENTRO Y SUR DE LA CIUDAD DE TACNA, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

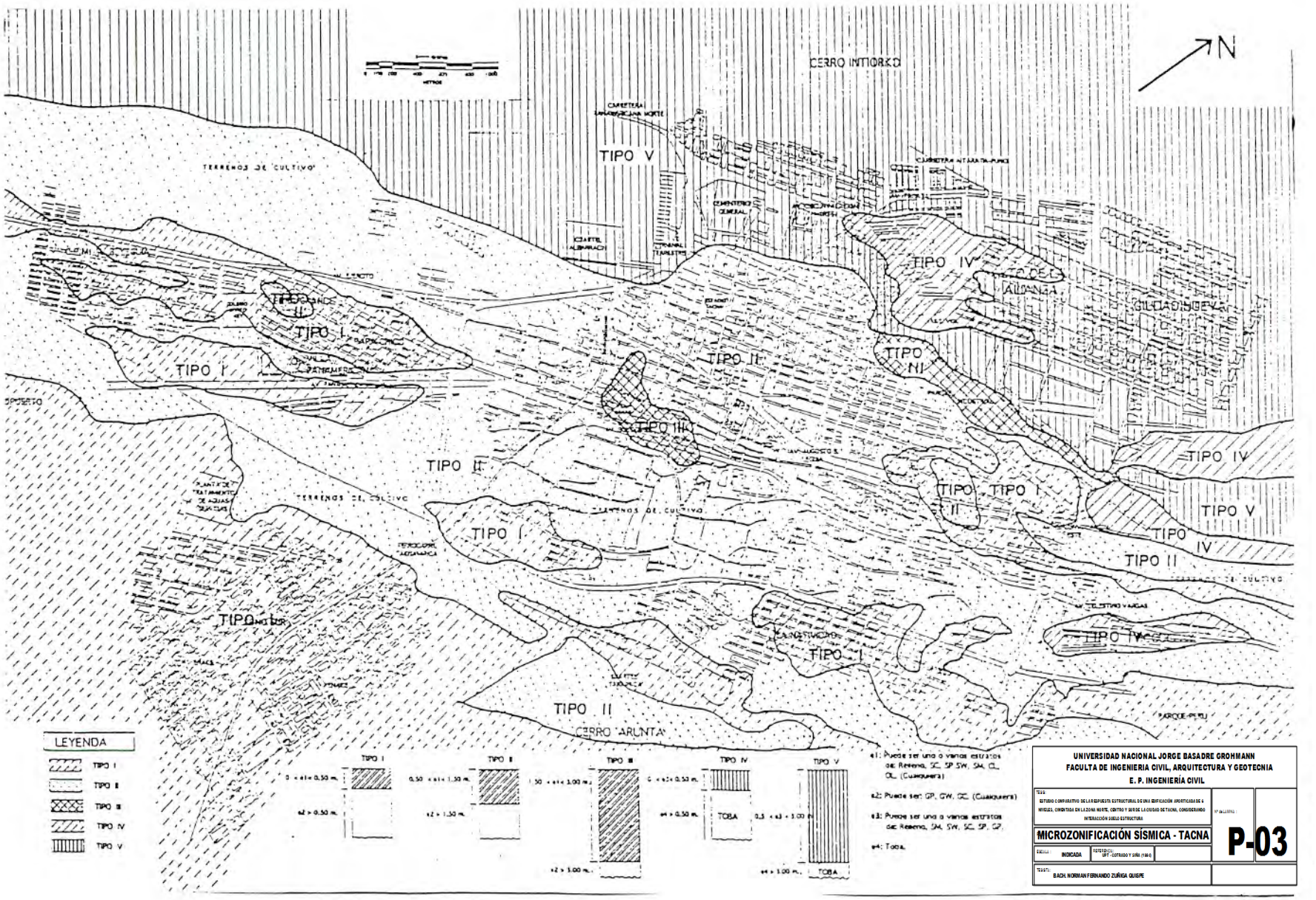
Nº de LAMINA : **P-02**

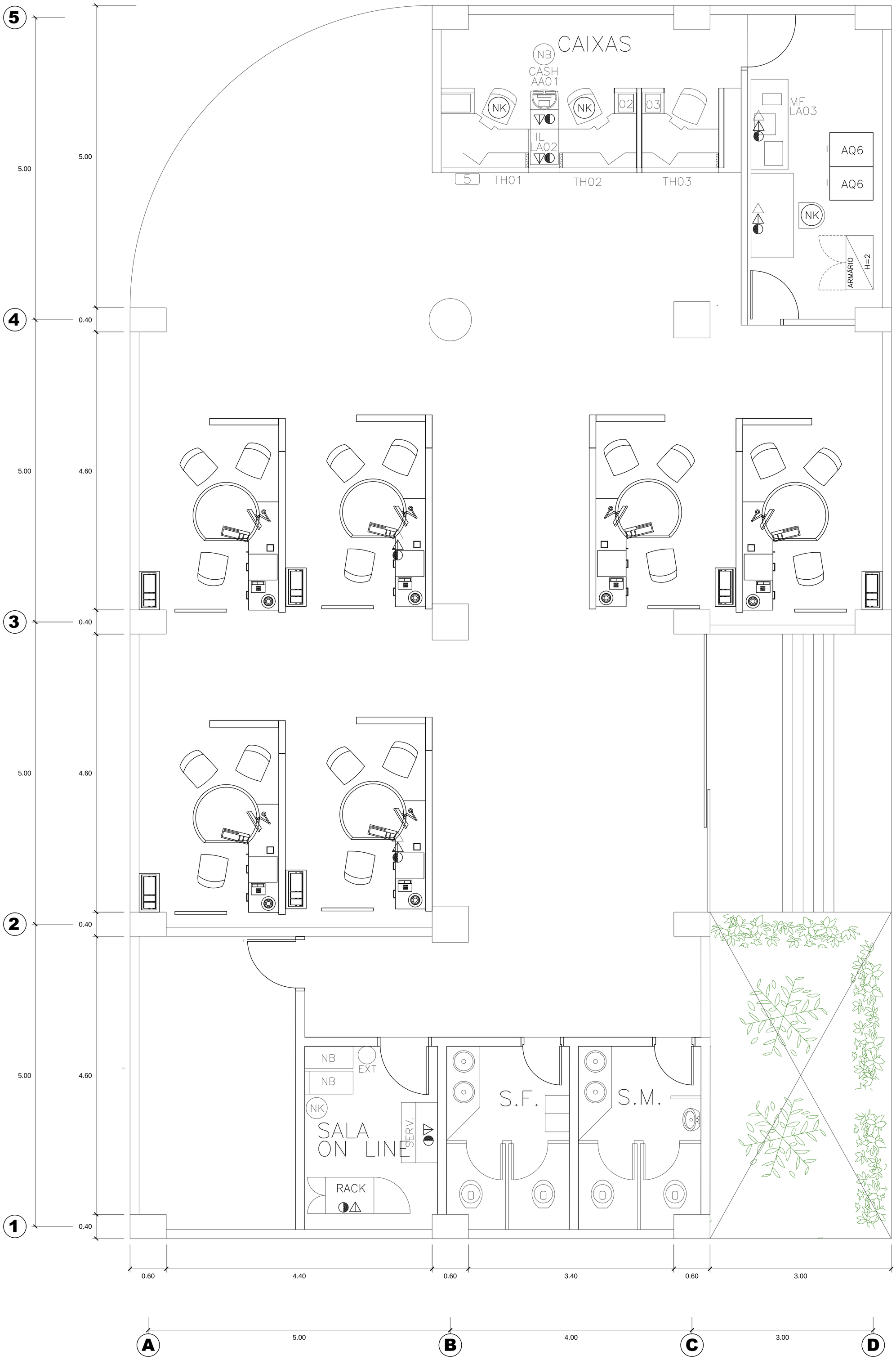
PLANO: **ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA**

ESCALA : 1/50,000

REFERENCIA: PNUD INDECI - 2004

TESISTA: BACH. NORMAN FERNANDO ZUÑIGA QUISPE


N
CERRO INTIORKO
TIPO V
TERRENOS DE CULTIVO
TIPO IV
TIPO I
TIPO II
TIPO III
TIPO V
TERRENOS DE CULTIVO
TIPO II
TIPO I
TIPO II
TIPO I
TIPO IV
TIPO V
TIPO IV
TIPO II
TIPO IV
TIPO I
TIPO II
CERRO "ARUNTA"
PARQUE-PERU
LEYENDA
TIPO I
TIPO II
TIPO III
TIPO IV
TIPO V
TIPO I
TIPO II
TIPO III
TIPO IV
TIPO V
TOBA
TOBA
e1: Puede ser una o varias estratos de: Relleno, SC, SP, SW, SM, CL, OL, (Cualquiera)
e2: Puede ser: GP, GW, GC, (Cualquiera)
e3: Puede ser una o varias estratos de: Relleno, SM, SW, SC, SP, GP,
e4: Toba.
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTA DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
E. P. INGENIERÍA CIVIL
MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA - TACNA
P-03
BACH. NORMAN FERNANDO ZUÑIGA QUISPE



ARQUITECTURA 1er NIVEL :

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTA DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
E. P. INGENIERÍA CIVIL

TESIS:
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA DE 6 NIVELES, CIMENTADA EN LA ZONA NORTE, CENTRO Y SUR DE LA CIUDAD DE TACNA, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

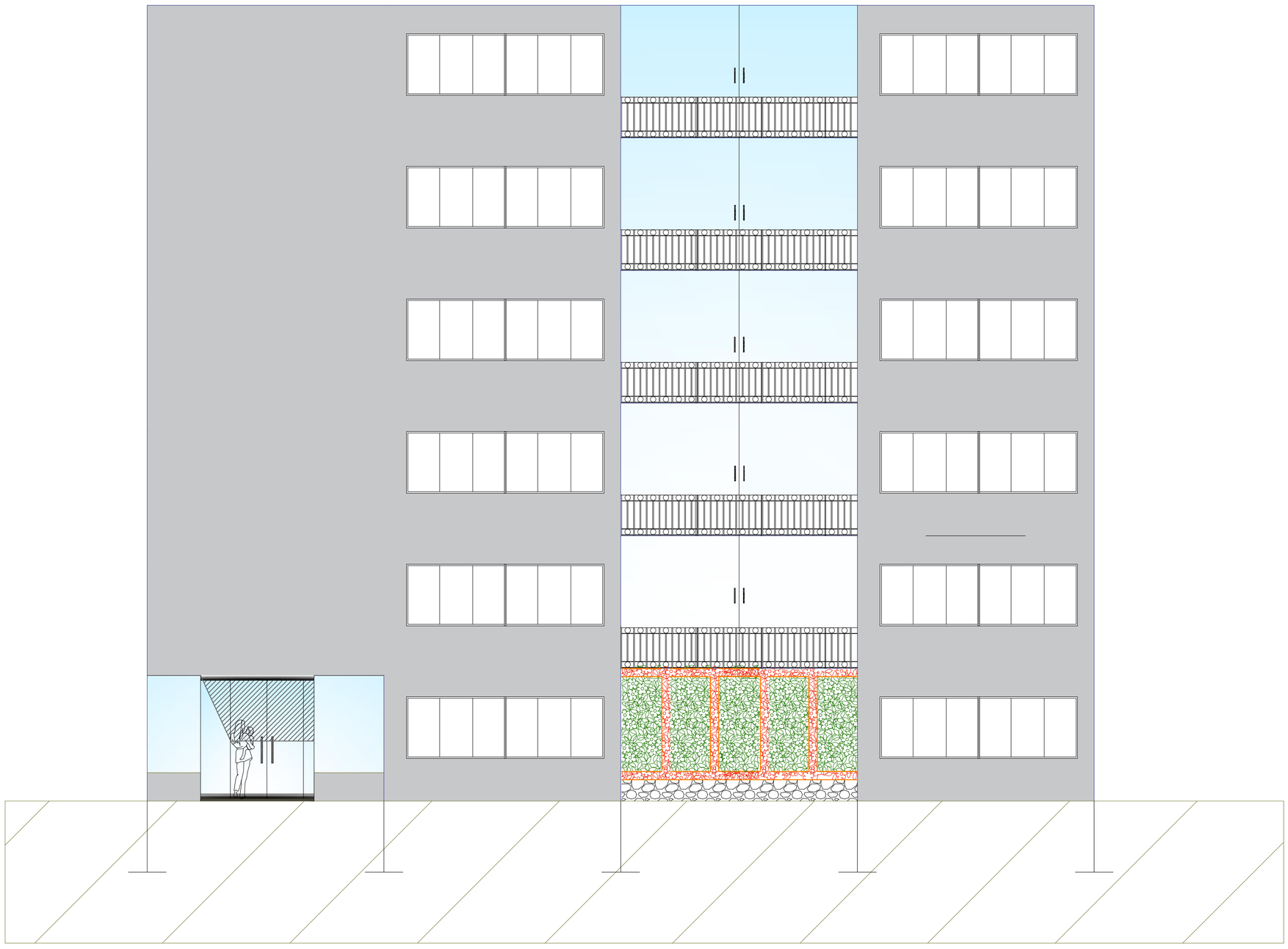
Nº de LAMINA : **P-04**

PLANO: **ARQUITECTURA**

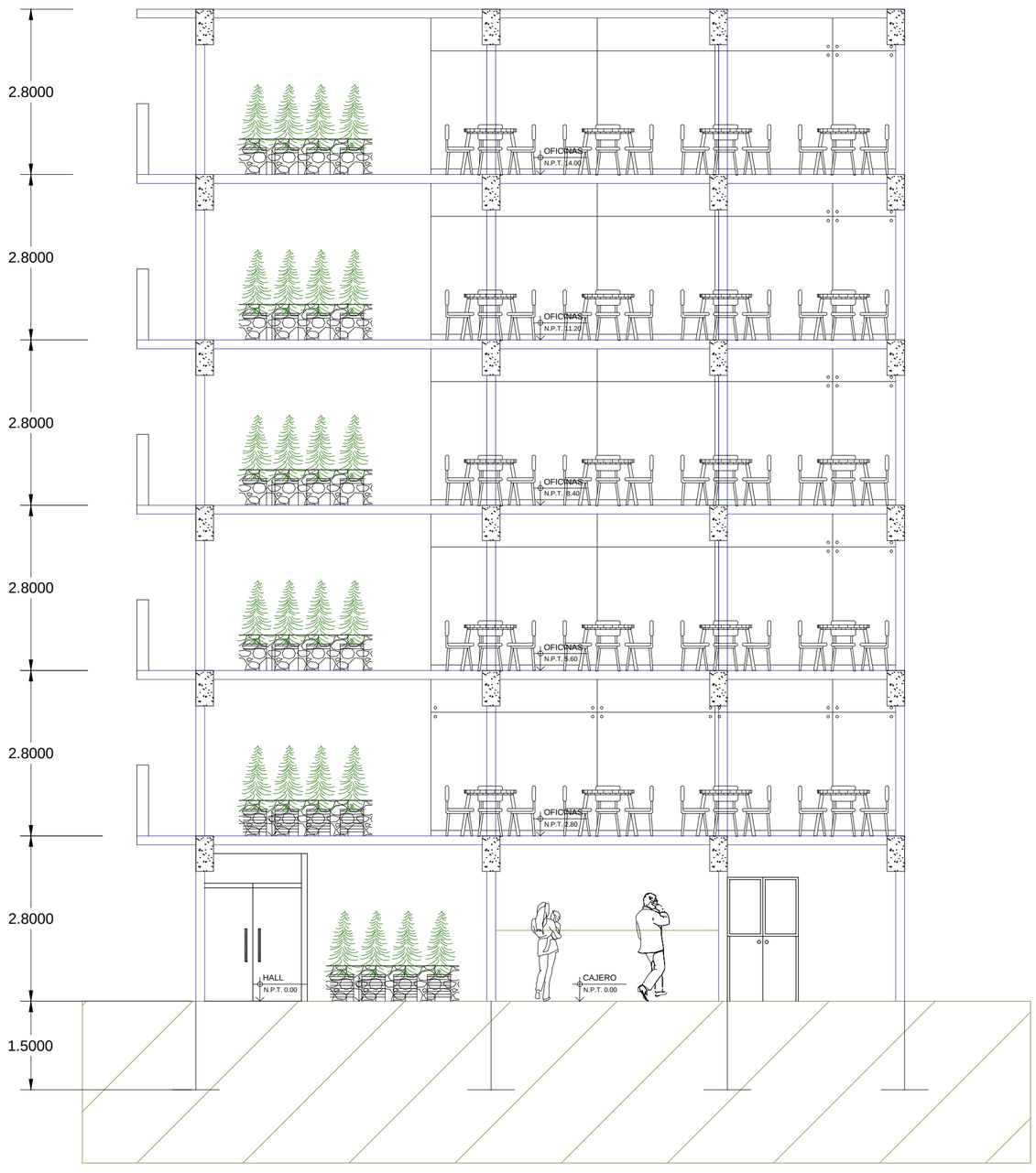
ESCALA : **INDICADA**

FECHA : **DICIEMBRE 2018**

TESISTA:
BACH. NORMAN FERNANDO ZUÑIGA QUISPE



ELEVACIÓN :



CORTE A - A' :

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTA DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
E. P. INGENIERÍA CIVIL

TESIS:
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA DE 6 NIVELES, CIMENTADA EN LA ZONA NORTE, CENTRO Y SUR DE LA CIUDAD DE TACNA, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

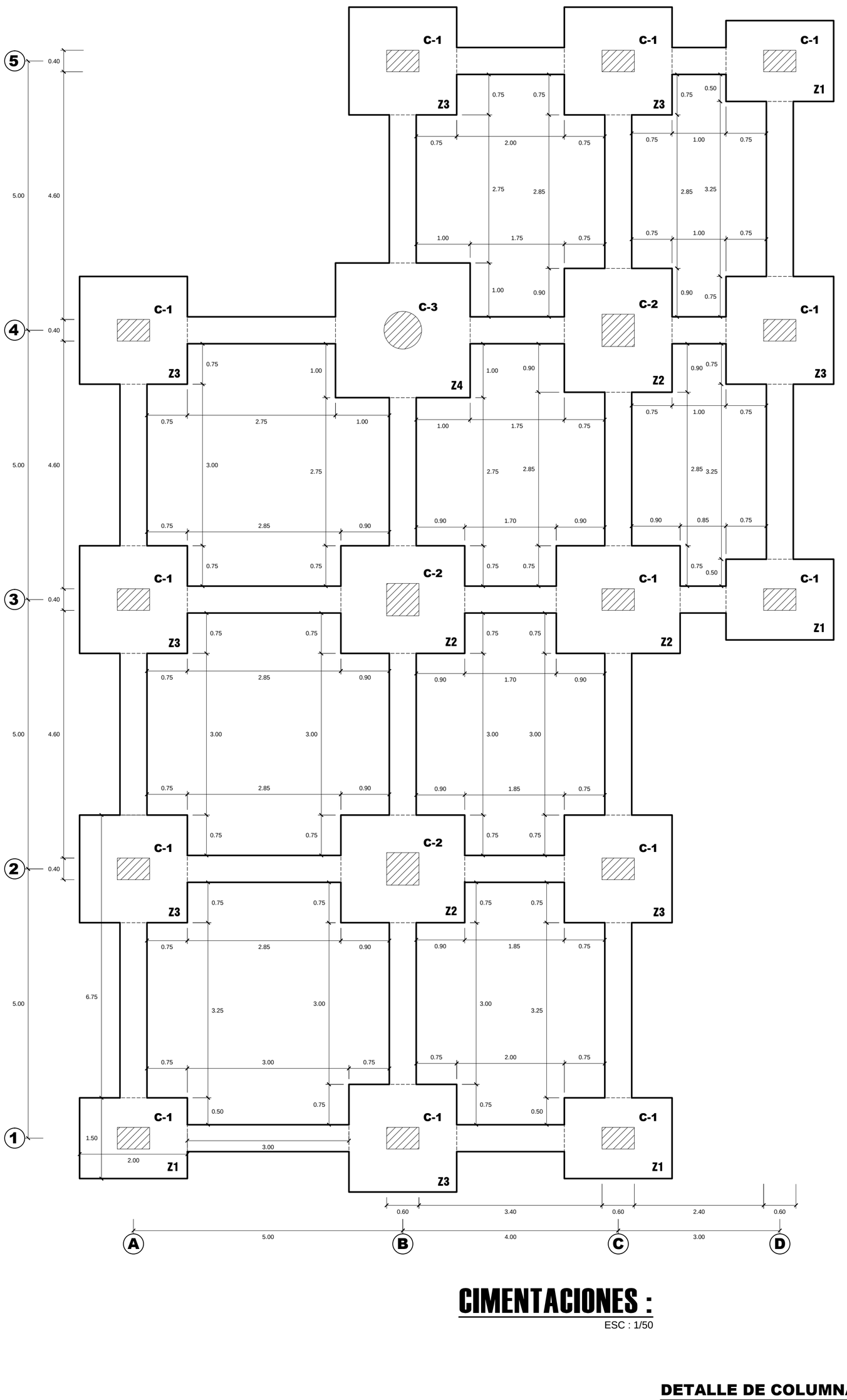
Nº de LAMINA : **P-05**

PLANO: **ELEVACIÓN**

ESCALA : **1/15**

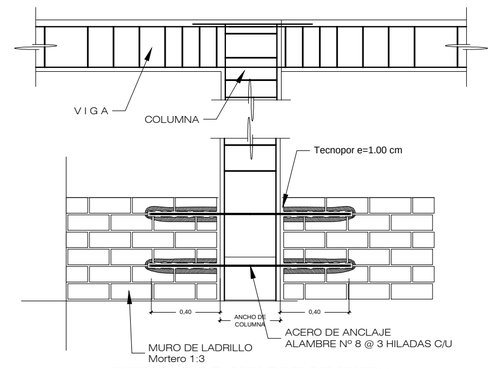
FECHA : **DICIEMBRE 2018**

TESISTA:
BACH. NORMAN FERNANDO ZUÑIGA QUISPE

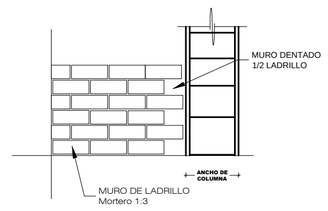


CIMENTACIONES :

ESC : 1/50



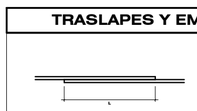
DETALLE DE AMARRE DE MURO EN COLUMNAS CORTAS ó VANOS



DETALLE DE AMARRE DE MURO PORTANTE CON COLUMNAS

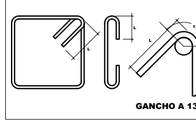
ESC : 1/25

TRASLAPES Y EMPALMES



DETALLES TIPICOS DE ESTRIBOS

Ø	L
8mm	40cm
3/8"	40cm
1/2"	50cm
5/8"	60cm
3/4"	70cm
1"	125cm



Ø	L	Rmin
1/4"	10cm	2.0cm.
3/8"	15cm	3.0cm.

GANCHO A 135°

ESPECIFICACIONES TÈCNICAS

CONCRETO SIMPLE (CICLOPEO)

CIMIENTOS:

CONCRETO: MEZCLA CEMENTO/HORMIGON
EN PROPORCION DE 1:10 + 30% DE PIEDRA GRANDE
(MAXIMO Ø 6")

SOBRECIMIENTOS:

CONCRETO: MEZCLA CEMENTO/HORMIGON
EN PROPORCION DE 1:8 + 25% DE PIEDRA GRANDE
(MAXIMO Ø 3")

CONCRETO ARMADO

-CONCRETO f'c : 210 Kg/cm2
ZAPATAS
VIGA CIMENTACION
COLUMNAS Y PLACAS
VIGAS
LOSA ALIGERADA

-ACERO : f'y : 4200 Kg/cm2

-CONCRETO f'c : 175 Kg/cm2
COLUMNAS DE AMARRE
VIGAS DE AMARRE

SOBRECARGAS

LOSA ALIGERADA:	250 Kg/m2	1º, 2º PISO
LOSA ALIGERADA:	150 Kg/m2	3º PISO Azotea
ESCALERA:	400 Kg/m2	

ALBAÑILERIA

MUROS : f'm: 65/Kgcm2
MORTERO: TIPO M CON ESPESOR DE JUNTA DE 1.50 cm.

RECUBRIMIENTOS

COLUMNAS Y VIGAS : 4.00 cm.
LOSA ALIGERADA : 2.50 cm.
ZAPATAS : 7.50 cm.

NOTAS GENERALES

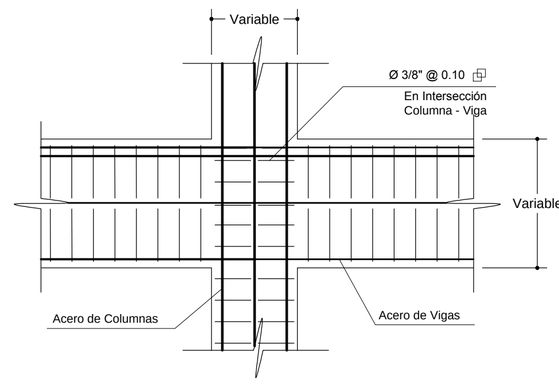
- Vaciar columnas amarradas a los muros en forma dentada
- Evitar empalmes y traslapes en zonas de máximo esfuerzo
- Curar concreto por vía humeda

CUADRO DE EMPALMES

Longitudes mínimas en centímetros de anclajes de barras en tracción (L.t.) de barras de compresion (L.c.) y de traslapes de barras en tracción (L.e.).

ESPECIFICACIONES DE OBRA

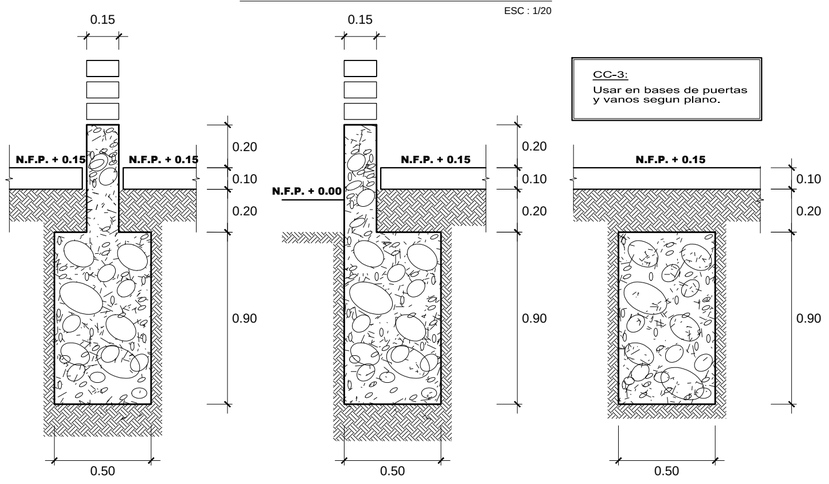
La profundidad de la excavación de zanjas se hará de acuerdo a lo especificado en el Plano de Cimentaciones, si es que el suelo tiene la suficiente capacidad portante (dureza del terreno); por el contrario, seguir excavando hasta encontrar una debida capacidad portante.



DETALLE DE ARMADO DE ACERO ENTRE VIGA - COLUMNA

CIMIENTOS CORRIDOS

ESC : 1/20



CC-3:
Usar en bases de puertas y vanos segun plano.

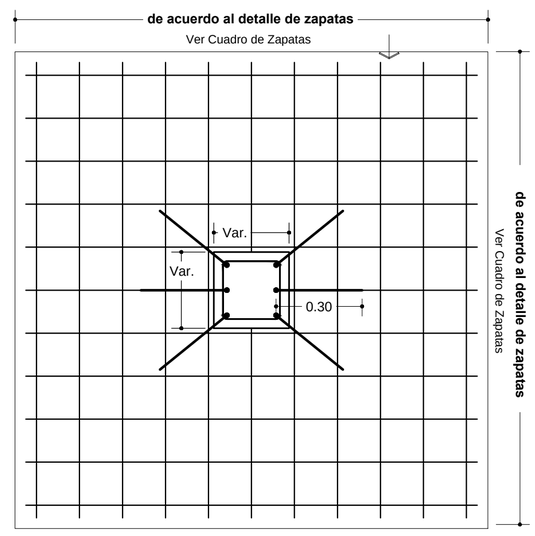
DETALLE DE COLUMNAS

ESC : 1/20

C-1	C-2	C-3
ESTRIBOS Ø 3/8" 2 @ 0.05 6 @ 0.10 2 @ 0.15 Resto. @ 0.20	ESTRIBOS Ø 3/8" 2 @ 0.05 7 @ 0.10 3 @ 0.15 Resto. @ 0.20	ESTRIBOS Ø 3/8" 2 @ 0.05 5 @ 0.10 2 @ 0.15 Resto. @ 0.20
14 Ø 1"	14 Ø 1" + 4 Ø 3/4"	12 Ø 1"
0.60 × 0.40	0.60 × 0.60	0.70

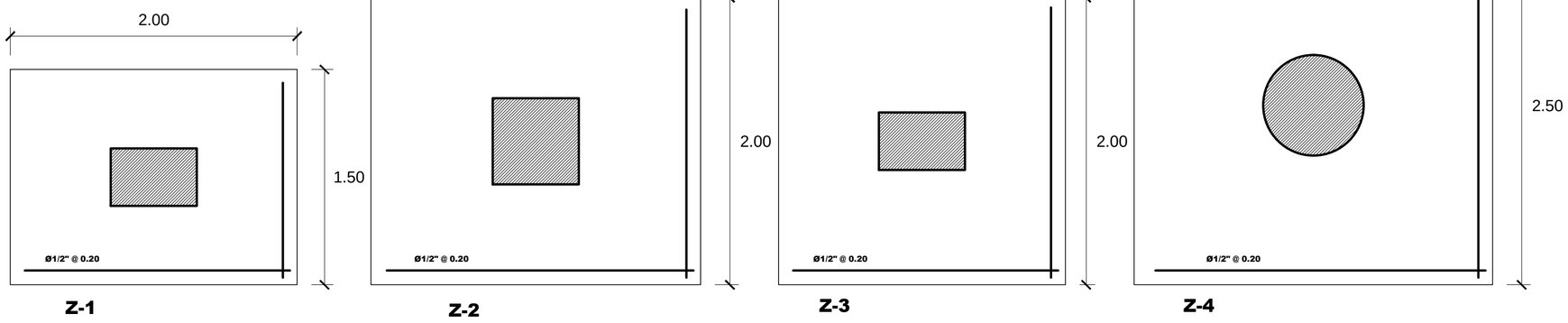
DETALLE DE ANCLAJE DE COLUMNA

Esc: 1/20



DETALLE DE ZAPATAS

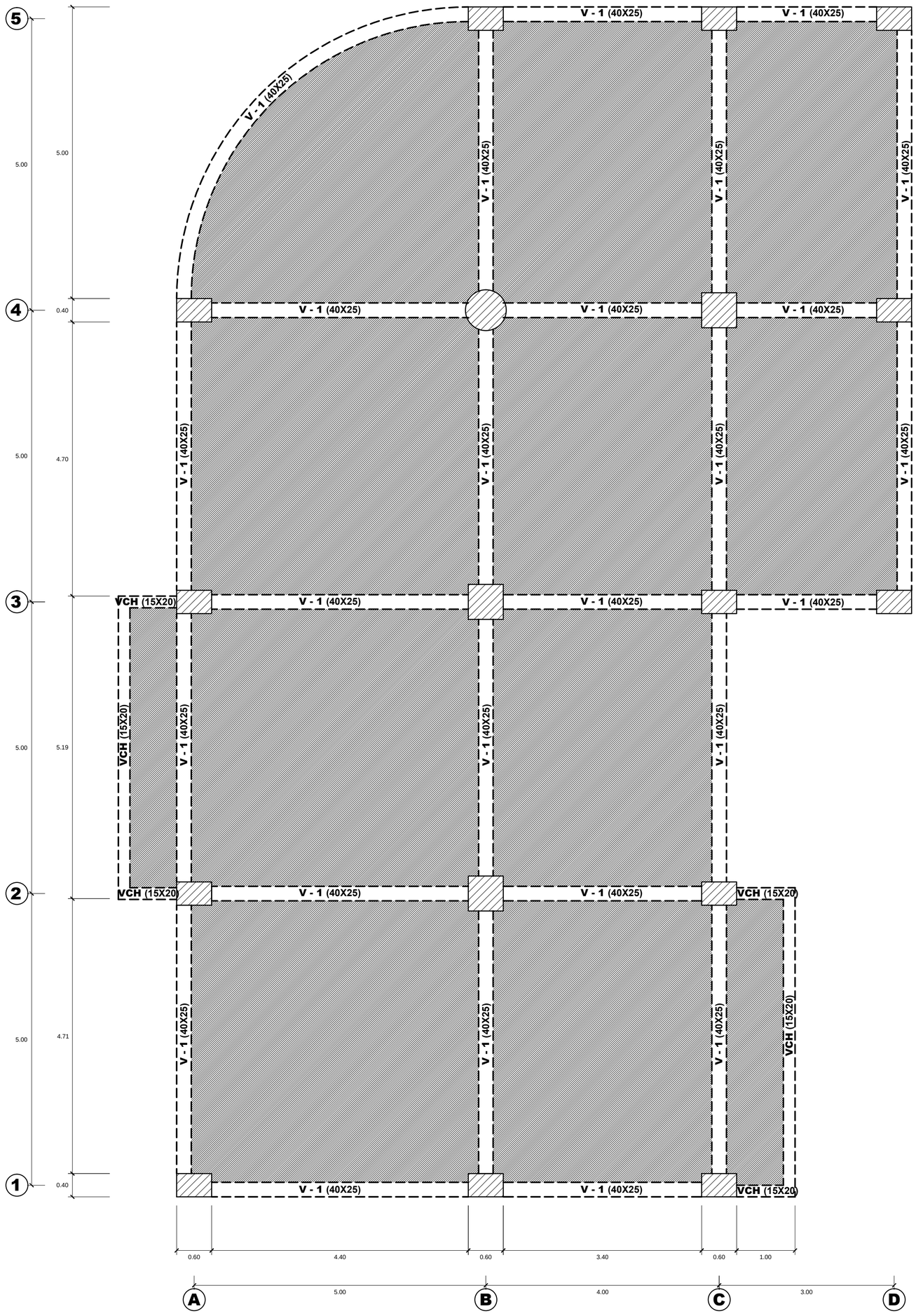
ESC : 1/20



DETALLE DE ZAPATAS

Esc: 1/20

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN FACULTA DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA E. P. INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA DE 6 NIVELES, CIMENTADA EN LA ZONA NORTE, CENTRO Y SUR DE LA CIUDAD DE TACNA, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA	Nº de LAMINA : P-06
PLANO: CIMENTACION	
ESCALA : INDICADA — FECHA : DICIEMBRE 2018	
TESISTA: BACH. NORMAN FERNANDO ZUÑIGA QUISPE	

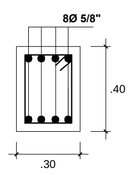
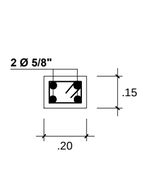


ALIGERADOS : 1º a 6º PLANTA

Fc' = 2.10 kg / cm2. **ESC:1/50**

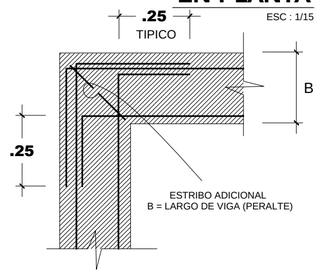
DETALLE DE VIGAS

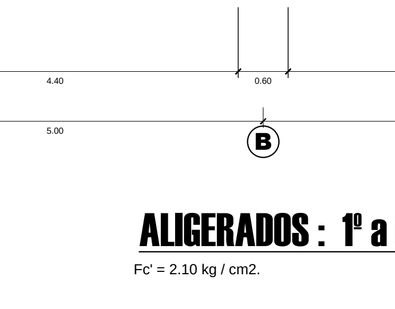
ESC : 1/20

V 1	V CH
ESTRIBOS Ø 3/8" 2 @ 0.05 10 @ 0.10 4 @ 0.15 Rsto. @ 0.20	ESTRIBOS Ø 3/8" 2 @ 0.05 4 @ 0.10 Rsto. @ 0.20
	

DETALLE: Ø ENCUENTRO EN PLANTA

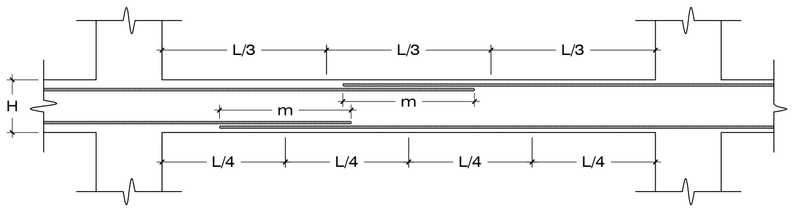
ESC : 1/15





DETALLE: EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS

ESC : S/E



VALORES DE m			
Ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	
	H : CUALQUIERA	H < 0.30	H ≥ 0.30
3/8"	0.40 m	0.30 m	0.45 m
1/2"	0.40 m	0.35 m	0.50 m
5/8"	0.50 m	0.40 m	0.60 m
3/4"	0.60 m	0.55 m	0.75 m

TRASLAPES Y EMPALMES



Ø	L
8mm	40cm
3/8"	40cm
1/2"	50cm
5/8"	60cm
3/4"	70cm
1"	125cm

DETALLES TIPICOS DE ESTRIBOS



Ø	L	Rmin
1/4"	10cm	2.0cm.
3/8"	15cm	3.0cm.

GANCHO A 135°

ESPECIFICACIONES TÈCNICAS

CONCRETO SIMPLE (CICLOPEO)

CIMIENTOS:

CONCRETO: MEZCLA CEMENTO/HORMIGON
EN PROPORCION DE 1:10 + 30% DE PIEDRA GRANDE
(MAXIMO Ø 6")

SOBRECIMIENTOS:

CONCRETO: MEZCLA CEMENTO/HORMIGON
EN PROPORCION DE 1:8 + 25% DE PIEDRA GRANDE
(MAXIMO Ø 3")

CONCRETO ARMADO

-CONCRETO f'c : 210 Kg/cm2
ZAPATAS
VIGA CIMENTACION
COLUMNAS Y PLACAS
VIGAS
LOSA ALIGERADA

-ACERO : f'y : 4200 Kg/cm2

-CONCRETO f'c : 175 Kg/cm2
COLUMNAS DE AMARRE
VIGAS DE AMARRE

SOBRECARGAS

LOSA ALIGERADA: 250 Kg/m2 1º, 2º PISO
LOSA ALIGERADA: 150 Kg/m2 3º PISO Azotea
ESCALERA: 400 Kg/m2

ALBAÑILERIA

MUROS : f'm: 65/Kgcm2

MORTERO: TIPO M CON ESPESOR DE JUNTA DE 1.50 cm.

RECUBRIMIENTOS

COLUMNAS Y VIGAS : 4.00 cm.
LOSA ALIGERADA : 2.50 cm.
ZAPATAS : 7.50 cm.

NOTAS GENERALES

- Vaciar columnas amarradas a los muros en forma dentada
- Evitar empalmes y traslapes en zonas de máximo esfuerzo
- Curar concreto por vía humeda

CUADRO DE EMPALMES

Longitudes mínimas en centímetros de anclajes de barras en tracción (L.t.) de barras de compresion (L.c.) y de traslapes de barras en tracción (L.e.).

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTA DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
E. P. INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA DE 6 NIVELES, CIMENTADA EN LA ZONA NORTE, CENTRO Y SUR DE LA CIUDAD DE TACNA, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

PLANO: **ALIGERADOS**

ESCALA : INDICADA

FECHA : DICIEMBRE 2018

TESISTA: BACH. NORMAN FERNANDO ZUÑIGA QUISPE

Nº de LAMINA : **P-07**

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA CIMENTACION

OBRA	MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I N° 422 JORGE BASADRE G. DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA.
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	ESTUDIO DE CAPACIDAD PORTANTE
UBICACIÓN	DISTRITO DE ALTO DE LA ALIANZA - REGIÓN TACNA
FECHA	TACNA, MAYO DEL 2,013

1.0 GENERALIDADES.

El presente informe que se desarrolla en los parámetros de la mecánica de Suelos, es el resultado obtenido del estudio realizado en la comprensión del área donde se realizara el Mejoramiento de la Infraestructura Educativa I.E.I. N° 422 Jorge Basadre G.

El fin principal del estudio que se ha realizado, es el de analizar los suelos que subyacen a la superficie y, ejecutar el respectivo análisis a través del Laboratorio y pruebas in-situ: a fin de obtener la capacidad portante del suelo, y efectuar finalmente las recomendaciones del tipo de cimentaciones a usarse en el proceso constructivo.

1.1 Objetivo del Estudio:

Determinar la Capacidad Portante del Suelo de Fundación para el Proyecto: Mejoramiento de la Infraestructura Educativa I.E.I. N° 422 Jorge Basadre G.
Por medio de los trabajos de campo a través de cinco calicatas y ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo como sus propiedades de resistencia.

1.2 Ubicación del Área de Estudio:

El área de estudio se encuentra en el Distrito de Alto de la Alianza - Región de Tacna

2.0 SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO

El suelo en estudio corresponde a la zona 3 de alta sismicidad, según el "Mapa de Zonificación Sísmica del Perú" de acuerdo a las normas de diseño sismo resistente del Reglamento Nacional de Construcción.

3.0 INVESTIGACIONES REALIZADAS

El programa desarrollado en el campo, ha sido elaborado específicamente con la finalidad de obtener información de la conformación existente de la superficie donde se edificará la estructura, así como la formación estratigráfica de los suelos subyacentes, y evaluar a través de la mecánica del medio continuo, las propiedades físicas y mecánicas que tienen éstos, cuando son sometidos a esfuerzos en general.

Las investigaciones se han realizado por medio de cinco excavaciones de pozo a cielo abierto, cuya profundidad y ubicación se determinó considerando las probables cargas que se transmitirán, así como presiones de contacto entre cimentaciones y estructuras, de tal manera que se ha elegido la zona de mayor incidencia de fuerzas verticales de acuerdo a los lineamientos del proyecto y datos proporcionados para este fin.

4.0 METODO DE EXPLORACION

El método de exploración empleado, ha sido practicado a través de cinco Calicatas a cielo abierto
Las Calicatas tienen profundidad de 2.10 mt desde la rasante actual del terreno, compatibilizando con la magnitud de carga que incidirá en el terreno y la zona activa de presiones.
La ubicación de las Calicatas de sondeo se ha determinado de tal manera que sea representativa dentro de la superficie estudiada y en función a la aplicación de fuerzas y esfuerzos activos exteriores.

5.0 INVESTIGACIONES DE LARORATORIO

Con el objeto de determinar las características físicas y mecánicas de las muestras extraídas de los pozos de exploración, se ha procedido a determinar lo siguiente:

ENSAYOS DE CAMPO O IN SITU	NORMAS	
- Densidad Natural húmeda y seca	ASTM D2922	NPT 339.144

ENSAYOS EN LABORATORIO	NORMAS	
- Humedad Natural	ASTM D 2216	NPT 339.127
- Análisis Granulométrico	ASTM D 422	NTP 339.128
- Limites de Atterberg	ASTM D 4318	NPT 33.129
- Densidad mínima	ASTM D 4254	NTP 339.138
- Densidad máxima	ASTM D 1557	NTP 339.141
- Densidad relativa	ASTM D 2049	

6.0 ANALISIS DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

Las Calicatas 1 al 5 presentan básicamente un estrato de Material Limoso Arenoso de pobre a malo como sub grado Clasificación AAHTO A-4 valor de índice de grupo 0 Sistema unificado de clasificación de Suelos (S.U.C.S) suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio) Arena arcillosa –limosa SC-SM).

7.0 TRABAJO DE GABINETE

Con los datos obtenidos de campo y laboratorio se procedió a calcular la capacidad portante del suelo en base a la clasificación SUCS y al valor de peso volumétrico obtenido en campo, con los valores de ángulo de fricción y cohesión respectivamente para este tipo de suelo.

7.1 Condiciones Geotécnicas y Parámetros del Suelo por Efecto de Sismo

7.1.1 Parámetros del Sitio

Zonificación

A cada zona se asigna a un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Según como lo muestra la tabla siguiente:

FACTORES DE ZONA	
Zona	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

SUPERVISOR DE OBRAS V°B° Ing. Renzzo Gambetta González CIP 99179 OES GRT

LABORATORIO DE SUELOS

Tabla N° 1

La zona sísmica en la que se divide el territorio peruano, donde se especifica que Tacna se encuentra ubicada en la zona 3.

Condiciones Geotécnicas

Los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Donde se considera a la Región de Tacna, como suelos intermedios (Perfil Tipo S2).

Tabla N° 2

Tipo = S2
Tp(s) = 0.6
S = 1.2

Donde:

Tp: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo.
S: Factor de amplificación de suelos.

Mc Graw – Hill para suelos medianamente densos y friccionantes, como es El caso para este tipo de suelo.

C-01=31.83°; Cohesión 0.0123

De acuerdo a los resultados de ensayos el suelo se encuentra dentro del tipo Falla local según los datos geométricos que asumirán.

SUPERVISOR DE OBRAS V°B° Ing. Renzzo Gambetta González CIP 86179 OBS. - GRT

7.2 Calculo de la Capacidad Portante Admisible.

CARGA ÚLTIMA DE CIMENTACIONES SOBRE TERRENO

Para el Diseño de la Capacidad de carga se utilizara la teoría de Terzaghi, tomando un factor de seguridad igual a 3.

Qult= (1.2*c*Nc)+ (*Df*Nq)+(0.4*B*N)

V°B° LABORATORIO DE SUELOS

7.3 Resultados del Ensayo de Capacidad Portante.

De acuerdo a las características del subsuelo descrito anteriormente, y aplicando el método de ensayo de Corte Directo para determinación del ángulo de fricción interna, se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a la formula de terzaghi, teniendo como resultado lo siguiente.

CALICATA Nº 01

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA ZAPATA

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
1.8	2.00	1.12

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA CIMENTACION

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
0.60	1.00	0.55

CALICATA Nº 02

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA ZAPATA

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
1.8	2.00	1.07

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA CIMENTACION

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
0.60	1.00	0.53

SUPERVISOR DE OBRAS
V°B°
Ing. Renzzo Gampetta González
CIP 96179
OES - GRT

LABORATORIO DE SUELOS

CALICATA Nº 03

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA ZAPATA

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
1.8	2.00	1.08

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA CIMENTACION

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
0.60	1.00	0.54

CALICATA Nº 04

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA ZAPATA

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
1.8	2.00	1.08

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA CIMENTACION

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
0.60	1.00	0.54

SUPERVISOR DE OBRAS V°B° Ing. Renzo Gambetta González CIP 96178 OES - GRT

CALICATA Nº 05

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA ZAPATA

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
1.8	2.00	1.18

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA CIMENTACION

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
0.60	1.00	0.59

V°B° LABORATORIO DE SUELOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El terreno materia del estudio ubicado en el distrito de Alto de la Alianza – Región Tacna.
  El presente Estudio se ha desarrollado con la finalidad de investigar las características del suelo y determinar la capacidad portante del terreno para fines de cimentación para la obra Mejoramiento de la Infraestructura Educativa I.E.I N° 412 Jorge Basadre G.
  El mecanismo que se utilizó para determinar la condición de la estructura del suelo, fue por medio de excavación de cinco calicatas; las misma que se ejecuto de manera manual a una profundidad de 2.10 mt. La calicata se ubico estratégicamente para obtener resultados representativos.
- ✓ Las muestras obtenidas en las exploraciones de campo fueron analizadas en laboratorio, lo que permitió conocer la estratigrafía de toda la zona dentro de la profundidad investigada basado en la Clasificación de los suelos, espesores de estratos y características mecánicas, de las calicatas estudiadas; se definió el perfil Estatigráfico.
- ✓ El perfil estratigráfico de la zona de estudio se encuentra conformado mayormente por Material Limoso Arenoso pobre a malo como sub grado A-4 Suelo limosos suelo de valor Índice de grupo (IG) 0 Sistema unificado de Clasificación de suelos (S.U.C.S), suelo de partículas gruesas, suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio),
  Arena arcillosa **SC-SM.**
- ✓ Es necesario compactar el suelo de fundación a humedad óptima y a un 95% de la máxima densidad seca del proctor modificado, para obtener una buena compacidad y elevar su capacidad admisible.
- ✓ Se sugiere profundizar hasta una profundidad no mayor de 3 metros a fin de conocer si es el mismo tipo de suelo para proceder a cimentar convenientemente.

SUPERVISOR DE OBRAS V°B° Ing. Renzzo Gambetta González CIP 96179 OES - GRT

LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYOS DE LABORATORIO



GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000009

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1 (JUEGOS)

PROPIEDADES :

Cohesion	c (Kg/cm2) :	0.0123
Angulo de friccion	(deg) :	31.83
Peso Especifico	(Kg/cm3) :	0.00145
Factor de seguridad	:	3

DIMENSIONES :

		Cimientos	Zapatas
Ancho	B (cm) :	60	180
Profundidad	Df (cm) :	100	200

Nc =	17.43
Nq =	8.21
N =	7.627

A.- PARA CIMIENTOS CORRIDOS

qult = (c * Nc) + (* Df * Nq) +(1/2 * * B * N)

q ult = 1.66 Kg/cm2

Valores de B	qult
40	1.65
50	1.61
60	1.66
70	1.72
80	1.77

q adm = 0.55 Kg/cm2

A.- PARA ZAPATAS CUADRADAS

qult = (1.2 * c * Nc) + (* Df * Nq) +(0.4 * * B * N)

q ult = 3.35 Kg/cm2

Valores de B	qult
160	3.35
170	3.35
180	3.35
190	3.35
200	3.35

q adm = 1.12 Kg/cm2

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
LUIZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.

: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

DESCRIPCION	UNIDAD	C-1	C-1
Profundidad	Mt.	2.10	2.10
Clasificacion	SUCS	SM	SM
Clasificacion	AASHTO	A-4	A-4
Densidad Seca in Situ (Dd)	gr/cc	1.448	0.001448
Densidad Minima (Dmin)	gr/cc	1.308	0.001308
Densidad Maxima (Dmax)	gr/cc	1.627	0.001627
Angulo de Friccion (O)	G	31.83	31.83
Cohesion	kg/cc	0.0123	0.01
Densidad Humeda in situ (Ds)	gr/cc	1.53	0.00153
Nc Factor de Capacidad de Carga	S/D	17.43	17.43
Nq Factor de Capacidad de Carga	S/D	8.21	8.21
N& Factor de Capacidad de Carga	S/D	7.63	7.63
FACTOR DE SEGURIDAD		3	

Cimentacion Corrida				Cimentacion Cuadrada				Cimentacion Circular			
Qc=((c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.5*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.4*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.6*&*B*N&)			
Df	B	C. Corrida		Df	B	C.Cuadrada		Df	B	C. Circular	
cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)
80	40	1.32	0.44	60	80	1.24	0.41	60	80	1.43	0.48
80	50	1.37	0.46	60	90	1.28	0.43	60	90	1.50	0.50
80	60	1.43	0.48	60	100	1.33	0.44	60	100	1.56	0.52
80	70	1.48	0.49	60	120	1.42	0.47	60	120	1.69	0.56
80	80	1.54	0.51	60	150	1.55	0.52	60	150	1.89	0.63
100	40	1.55	0.52	100	80	1.71	0.57	100	80	1.91	0.64
100	50	1.61	0.54	100	90	1.76	0.59	100	90	1.97	0.66
100	60	1.66	0.55	100	100	1.80	0.60	100	100	2.04	0.68
100	70	1.57	0.52	100	120	1.89	0.63	100	120	2.17	0.72
100	80	1.77	0.59	100	150	2.02	0.67	100	150	2.37	0.79
120	40	1.79	0.60	150	80	2.31	0.77	150	80	2.50	0.83
120	50	1.85	0.62	150	90	2.35	0.78	150	90	2.57	0.86
120	60	1.90	0.63	150	100	2.40	0.80	150	100	2.63	0.88
120	70	1.96	0.65	150	120	2.49	0.83	150	120	2.77	0.92
120	80	2.01	0.67	150	150	2.62	0.87	150	150	2.96	0.99
140	40	2.03	0.68	180	80	2.67	0.89	180	80	2.86	0.95
140	50	2.08	0.69	180	90	2.71	0.90	180	90	2.92	0.97
140	60	2.14	0.71	180	100	2.75	0.92	180	100	2.99	1.00
140	70	2.19	0.73	180	150	2.98	0.99	180	120	3.12	1.04
140	80	2.25	0.75	180	180	3.11	1.04	180	150	3.32	1.11
180	40	2.50	0.83	200	80	2.90	0.97	220	80	3.33	1.11
180	50	2.56	0.85	200	100	2.99	1.00	220	90	3.40	1.13
180	60	2.62	0.87	200	150	3.21	1.07	220	100	3.47	1.16
220	70	3.15	1.05	200	180	3.35	1.12	220	120	3.60	1.20
220	80	3.20	1.07	200	200	3.43	1.14	220	150	3.80	1.27
220	40	2.98	0.99	250	80	3.50	1.17	260	80	3.81	1.27
280	50	3.75	1.25	250	100	3.59	1.20	260	90	3.87	1.29
280	60	3.80	1.27	250	150	3.81	1.27	260	100	3.94	1.31
280	70	3.86	1.29	250	200	4.03	1.34	260	120	4.07	1.36
280	80	3.92	1.31	250	250	4.25	1.42	260	150	4.27	1.42

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

000010

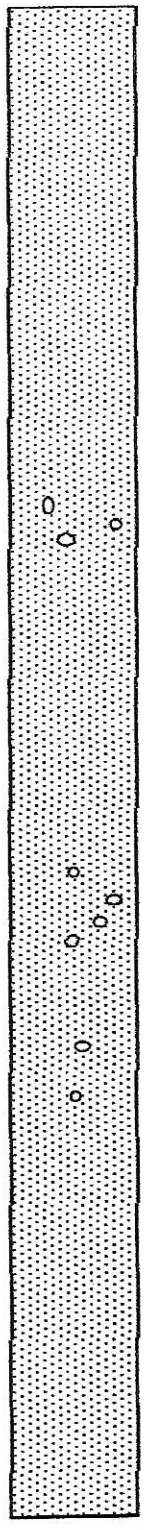
GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000011

COLUMNA STATIGRAFICA

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1 (JUEGOS)

SIMBOLO (SUCS)	PROF. (m)	SIMBOLO GRAFICO	FALDA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	FINOS
SC-SM	0 – 2.1			**Clasificación AAHSTO** **Material granular** *Excelente a bueno como subgrado* A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa Valor del índice de grupo (IG): 0 Sistema unificado de clasificación de suelos (*S.U.C.S.*) FINOS **34.15 %** Suelo de partículas gruesas. Suelo de Arena arcilloso-limosa SC-SM	M - 1	5.591	25.52	4.98	34.15

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

ING. RENZZO GAMBETTA GONZALEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

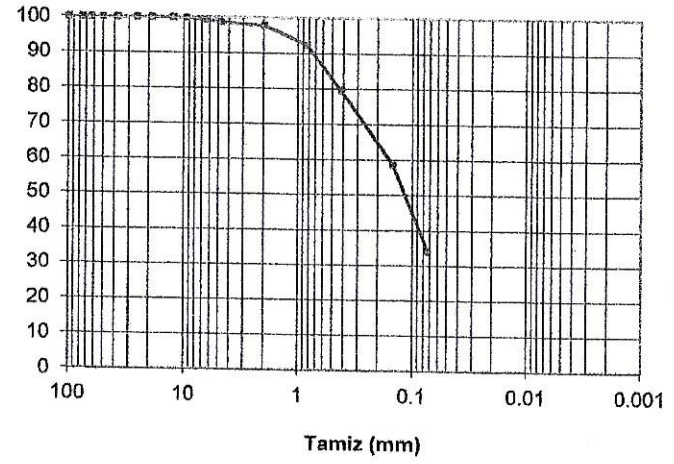
Tamiz	3 1/2"	3	2 1/2"	2	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	4	10	20	40	100	200	pasa
(mm)	100	76.20	63.50	50.60	38.10	25.40	19.050	12.500	9.525	6.350	4.760	2.000	0.840	0.420	0.149	0.074	
Peso retenido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	5.00	25.00	32.00	3.80	23.50	55.00	90.80	106.60	147.80
Retenido parcial (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.49	0.63	0.88	5.43	12.71	20.98	24.63	34.15
Retenido acumulado (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.59	1.22	2.10	7.53	20.24	41.22	65.85	100.00
(%) que pasa	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.90	99.41	98.78	97.90	92.47	79.76	58.78	34.15	0.00

Límite líquido LL	25.52	%
Límite plastico LP	20.54	%
Índice plasticidad IP	4.98	%

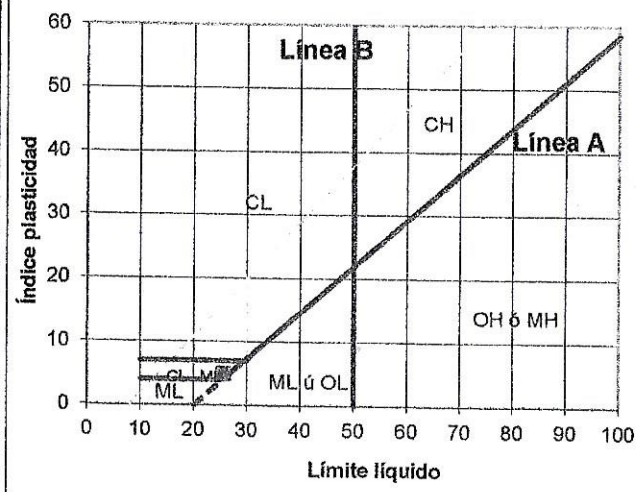
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	98.78	%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	34.15	%
D_{60}:	0.16	mm
D_{30}:		mm
D_{10} (diámetro efectivo):		mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):		
Grado de curvatura (Cc):		

Material granular	Clasificación AAHSTO
Excelente a bueno como subgrado	
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del índice de grupo (IG):	0
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
Suelo de particulas gruesas. Suelo de particulas gruesas con finos (suelo sucio).	
Arena arcilloso-limosa SC-SM	

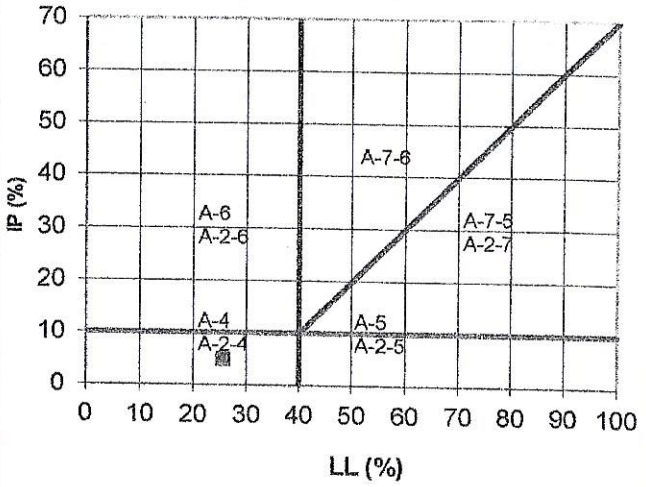
Granulometría



Ábaco de Casagrande



Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)



OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G. DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1 (JUEGOS)

FECHA : TACNA 04 DE MAYO DEL 2013

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000013

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1 (JUEGOS)

DENSIDAD RELATIVA

Datos de muestra : : Material In Situ

Prof. (m.) : 2.10 mt.

DATOS

ENSAYO Nº	1			
Densidad Seca in Situ (Dd) gr/cc	1.448			
Densidad Minima (Dmin) gr/cc	1.308			
Densidad Maxima (Dmax) gr/cc	1.627			
DENSIDAD RELATIVA (Dr) gr/cc	49.22			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 5.59 %

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
FECHA : IN-SITU CALICATA Nº 1 (JUEGOS)

CONTROL DE COMPACTACIÓN DEL SUELO

DESCRIPCION	DETALLE				
LUGAR					
REFERENCIA	CAPACIDAD PORTANTE				
PROGRESIVA	P-01				
FECHA DE CONTROL	25/04/13				
% HUMEDAD	5.59				
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,529				
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,448				
MAX. DENSIDAD SECA (LABORATORIO) (gr/cm3)	1.627				
% HUMEDAD OPTIMA					
% DE COMPACTACION OBTENIDA					
% DE COMPACTACION ESPECIFICADA					
ESPESOR CONTROLADO (m)	0.10				
RECOMPACTADO (R)	-				

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

LENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000015

ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR AASHTO T-99 - 70

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR ESTANDAR

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1 (JUEGOS)

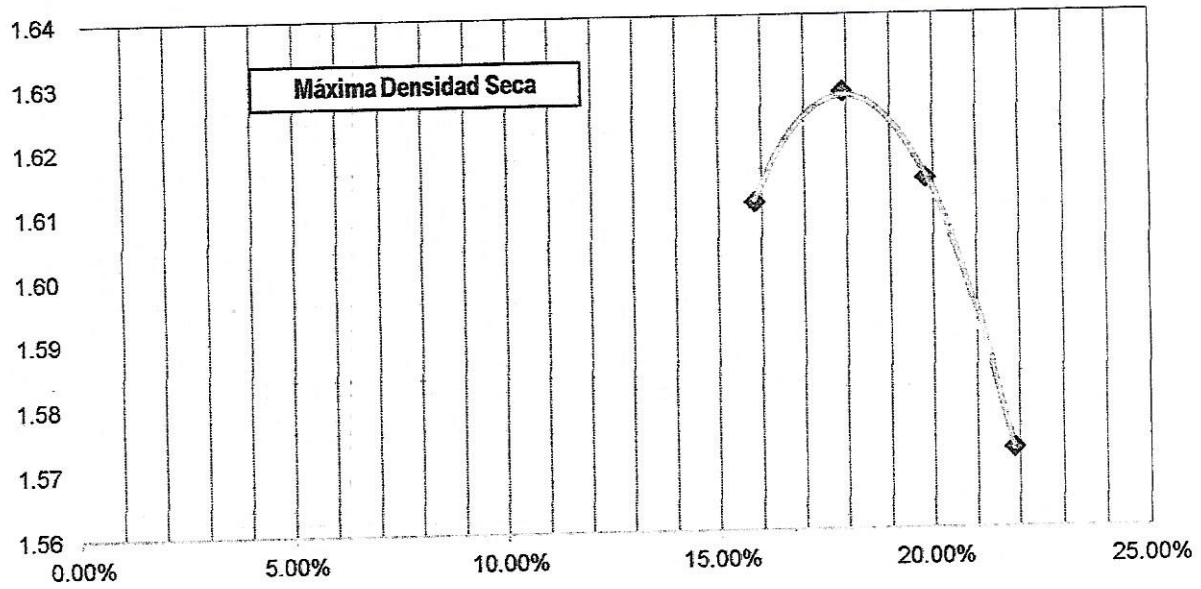
Determinación Nº	01	02	03	04	
Peso del Molde + Muestra	5,295	5,345	5,359	5,342	
Peso del Molde	3,545	3,545	3,545	3,545	
Peso de la Muestra Compacta	1,750	1,800	1,814	1,797	
Volumen del Molde	938	938	938	938	
Densidad Húmeda	1.866	1.919	1.934	1.916	
Densidad Seca	1.611	1.628	1.614	1.572	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro Nº	01		02		03		04			
Peso del Tarro	0.00		0.00		0.00		0.00			
Peso del tarro + Suelo Húmedo	206.50		205.10		234.20		230.30			
Peso del tarro + Suelo Seco	178.30		174.00		195.50		189.00			
Peso del Agua	28.20		31.10		38.70		41.30			
Peso del suelo seco	178.30		174.00		195.50		189.00			
Contenido de Humedad	15.82%		17.87%		19.80%		21.85%			
Promedio de Humedad	15.82%		17.87%		19.80%		21.85%			

DENSIDAD MAXIMA	1.627 gr/cc	OPTIMA HUMEDAD	17.94%

ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR



$y = -36.184x^2 + 12.983x + 0.4629$

Observaciones :

1.627 gr/cc Optima Humedad = 17.94 %

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000016

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1 (JUEGOS)

DENSIDAD MINIMA

Datos de muestra : : Material In Situ

Prof. (m.) : 2.10 mt.

DATOS

ENSAYO Nº	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (gr.)	11633.0	11661.0	11658.0	
PESO DEL MOLDE (gr.)	7709.0	7709.0	7709.0	
PESO DE LA MUESTRA	3924.0	3952.0	3949.0	
VOLUMEN DEL MOLDE	3013.0	3013.0	3013.0	
PESO UNITARIO	1.302	1.312	1.311	
PROMEDIO PONDERADO (KG/M3.)	1.308			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 5.591 %

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000017

LIMITES DE CONSISTENCIA

MTC E 110, 111

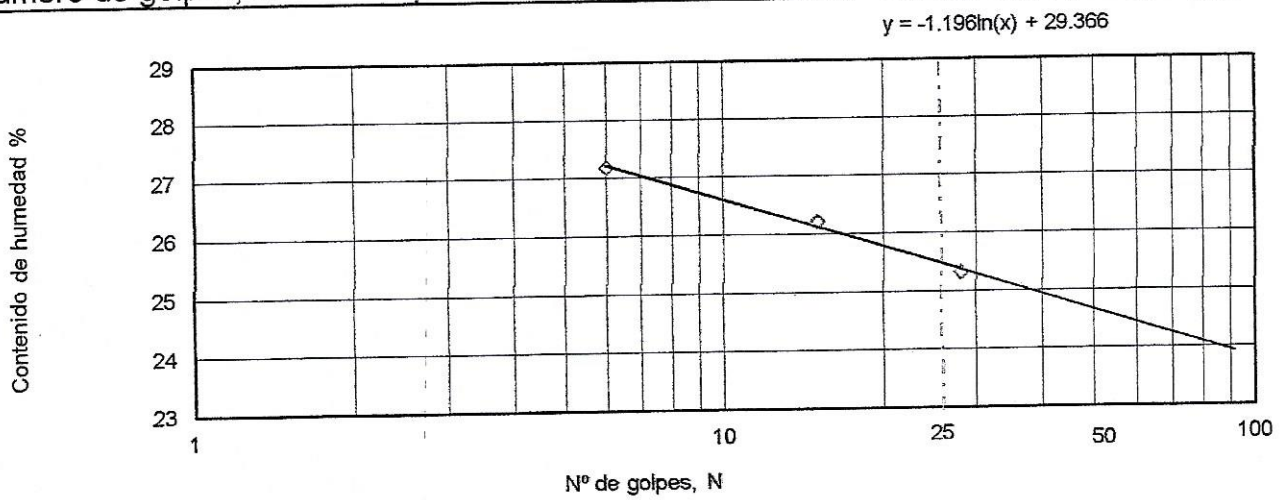
OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1 (JUEGOS)

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Ensayo Nº	1	2	3		
Peso del suelo humedo+tara	**39.31**	**44.45**	**43.79**		
Peso del suelo seco+tara	**36.02**	**40.63**	**40.06**		
Peso de tara	**23.03**	**26.06**	**26.34**		
Peso del suelo seco	12.99	14.57	13.72		
Peso de agua	3.29	3.82	3.73		
Contenido de humedad %	25.33	26.22	27.19		
Numero de golpes, N	**28**	**15**	**6**		



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Ensayo Nº	1	2			
Peso del suelo humedo+tara	**17.63**	**39.08**			
Peso del suelo seco+tara	**17.35**	**38.81**			
Peso de tara	**15.96**	**37.52**			
Peso del suelo seco	1.39	1.29			
Peso de agua	0.28	0.27			
Contenido de humedad %	20.14	20.93			

LIMITE LIQUIDO (LL) =	**25.52**	%
LIMITE PLASTICO (LP) =	**20.54**	%
INDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	**4.98**	%

V°B° LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1 (JUEGOS)

HUMEDAD NATURAL

TARRO Nº	1	2		
PESO DE TARRO	134.70			
SUELO HUMEDO + TARA	586.10			
SUELO SECO + TARA	562.20			
PESO DEL AGUA	23.90			
PESO SUELO SECO NETO	427.50			
PORCENTAJE DE HUMEDAD	5.59			
PROMEDIO %	5.591			

OBSERVACIONES: Material muestreado en calicata.

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

LENZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000019

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2 (RAMPA)

PROPIEDADES :		
Cohesion c (Kg/cm2) :	0.0123
Angulo de friccion (deg) :	31.83
Peso Especifico (Kg/cm3) :	0.00138
Factor de seguridad :	3

DIMENSIONES :	Cimientos
Ancho B (cm) :	60
Profundidad Df (cm) :	100

Nc =	17.43
Nq =	8.21
N =	7.627

A.- PARA CIMIENTOS CORRIDOS

qult = (c * Nc) + (* Df * Nq) +(1/2 * * B * N)

q ult = 1.59 Kg/cm2

Valores de B
40
50
60
70
80

q adm = 0.53 Kg/cm2

A.- PARA ZAPATAS CUADRADAS

qult = (1.2 * c * Nc) + (* Df * Nq) +(0.4 * * B * N)

q ult = 3.20 Kg/cm2

Valores de B
160
170
180
190
200

q adm = 1.07 Kg/cm2

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.

: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

				Cimentacion Corrida				Cimentacion Cuadrada				Cimentacion Circular			
				Qc=((c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.5*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.4*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.6*&*B*N&)			
DESCRIPCION	UNIDAD	C-2	C-2	Df	B	C. Corrida		Df	B	C.Cuadrada		Df	B	C. Circular	
Profundidad	Mt.	2.00	2.00	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)
Clasificacion	SUCS	SC-SM	SC-SM	80	40	1.26	0.42	60	80	1.19	0.40	60	80	1.37	0.46
Clasificacion	AASHTO	A-2-4	A-2-4	80	50	1.31	0.44	60	90	1.23	0.41	60	90	1.44	0.48
Densidad Seca in Situ (Dd)	gr/cc	1.381	0.001381	80	60	1.37	0.46	60	100	1.27	0.42	60	100	1.50	0.50
Densidad Minima (Dmin)	gr/cc	1.216	0.001216	80	70	1.42	0.47	60	120	1.36	0.45	60	120	1.62	0.54
Densidad Maxima (Dmax)	gr/cc	1.501	0.001501	80	80	1.47	0.49	60	150	1.48	0.49	60	150	1.81	0.60
				100	40	1.49	0.50	100	80	1.64	0.55	100	80	1.83	0.61
Angulo de Friccion (O)	G	31.83	31.83	100	50	1.54	0.51	100	90	1.69	0.56	100	90	1.89	0.63
Cohesion	kg/cc	0.0123	0.01	100	60	1.59	0.53	100	100	1.73	0.58	100	100	1.95	0.65
Densidad Humeda in situ (Ds)	gr/cc	1.53	0.00153	100	70	1.47	0.49	100	120	1.81	0.60	100	120	2.08	0.69
Nc Factor de Capacidad de Carga	S/D	17.43	17.43	100	80	1.70	0.57	100	150	1.94	0.65	100	150	2.27	0.76
Nq Factor de Capacidad de Carga	S/D	8.21	8.21	120	40	1.72	0.57	150	80	2.21	0.74	150	80	2.39	0.80
N& Factor de Capacidad de Carga	S/D	7.63	7.63	120	50	1.77	0.59	150	90	2.25	0.75	150	90	2.46	0.82
FACTOR DE SEGURIDAD		3		120	60	1.82	0.61	150	100	2.29	0.76	150	100	2.52	0.84
				120	70	1.87	0.62	150	120	2.38	0.79	150	120	2.65	0.88
				120	80	1.93	0.64	150	150	2.51	0.84	150	150	2.84	0.95
				140	40	1.94	0.65	180	80	2.55	0.85	180	80	2.73	0.91
				140	50	1.99	0.66	180	90	2.59	0.86	180	90	2.80	0.93
				140	60	2.05	0.68	180	100	2.64	0.88	180	100	2.86	0.95
				140	70	2.10	0.70	180	150	2.85	0.95	180	120	2.99	1.00
				140	80	2.15	0.72	180	180	2.97	0.99	180	150	3.18	1.06
				180	40	2.40	0.80	200	80	2.78	0.93	220	80	3.19	1.06
				180	50	2.45	0.82	200	100	2.86	0.95	220	90	3.25	1.08
				180	60	2.50	0.83	200	150	3.07	1.02	220	100	3.31	1.10
				220	70	3.01	1.00	200	180	3.20	1.07	220	120	3.44	1.15
				220	80	3.06	1.02	200	200	3.28	1.09	220	150	3.63	1.21
				220	40	2.85	0.95	250	80	3.34	1.11	260	80	3.64	1.21
				280	50	3.58	1.19	250	100	3.43	1.14	260	90	3.70	1.23
				280	60	3.64	1.21	250	150	3.64	1.21	260	100	3.77	1.26
				280	70	3.69	1.23	250	200	3.85	1.28	260	120	3.89	1.30
				280	80	3.74	1.25	250	250	4.06	1.35	260	150	4.08	1.36

V°B°
LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

ING. KENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP. 96179

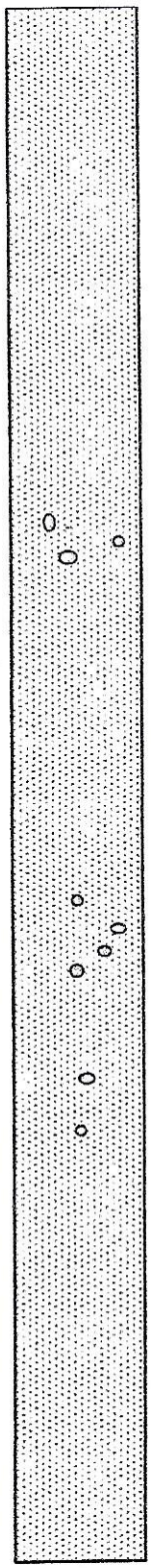
GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000021

COLUMNA STATIGRAFICA

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2 (RAMPA)

SIMBOLO (SUCS)	PROF. (m)	SIMBOLO GRAFICO	FALDA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	FINOS
SC-SM	0 – 2.1			**Clasificación AAHSTO** **Material granular** Excelente a bueno como subgrado A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa Valor del índice de grupo (IG): 0 Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) FINOS **25.21** % Suelo de partículas gruesas. Suelo de Arena arcilloso-limosa SC-SM	M - 1	7.372	25.52	4.93	25.21

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

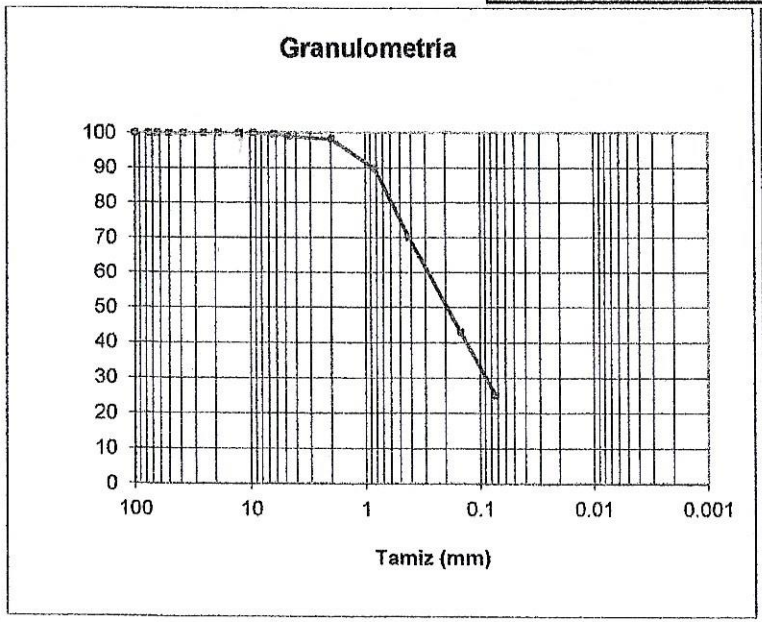
GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

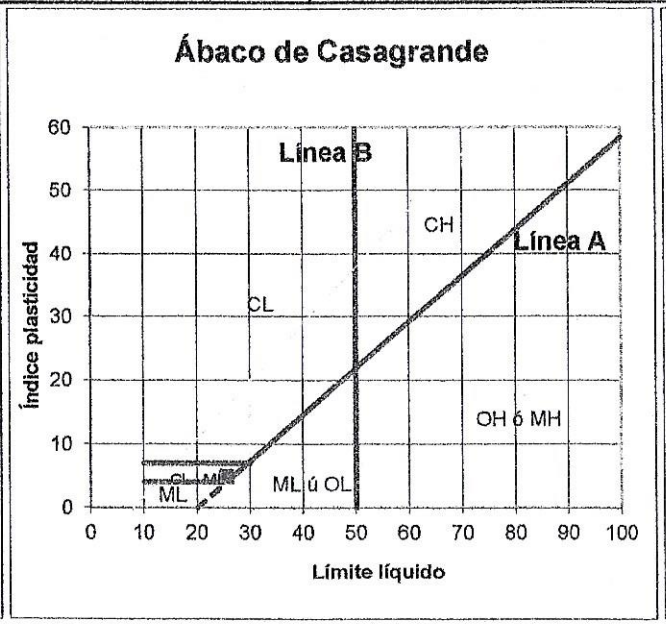
ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS

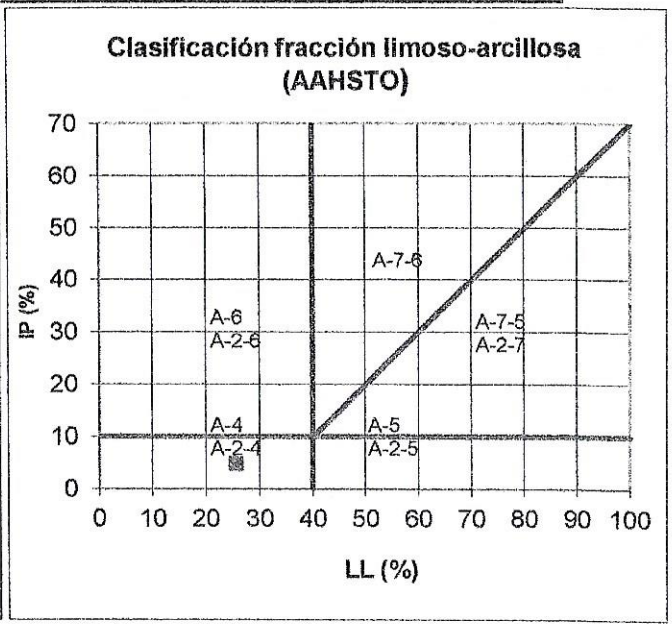
GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

Tamiz	3 1/2"	3	2 1/2"	2	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	4	10	20	40	100	200	pasa
(mm)	100	76.20	63.50	50.60	38.10	25.40	19.050	12.500	9.525	6.350	4.760	2.000	0.840	0.420	0.149	0.074	
Peso retenido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	5.00	12.00	2.90	31.50	73.70	102.10	67.00	94.50
Retenido parcial (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.61	0.77	8.40	19.66	27.23	17.87	25.21
Retenido acumulado (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.86	1.63	10.03	29.69	56.92	74.79	100.00
(%) que pasa	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.75	99.14	98.37	89.97	70.31	43.08	25.21	0.00

Límite líquido LL	25.52	%	Pasa tamiz N° 4 (5mm):	99.14	%	Material granular	Clasificación AAHSTO	
Límite plastico LP	20.58	%	Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	25.21	%	Excelente a bueno como subgrado		
Índice plasticidad IP	4.93	%	D_{60}:	0.32	mm	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa		
			D_{30}:	0.09	mm	Valor del índice de grupo (IG):	0	
			D_{10} (diámetro efectivo):		mm	Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)		
			Coeficiente de uniformidad (Cu):			Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).		
			Grado de curvatura (Cc):			Arena arcilloso-limosa SC-SM		







OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I N° 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA N° 2 (RAMPA)
FECHA : TACNA 04 DE MAYO DEL 2013

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

000022

LORENZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2 (RAMPA)

DENSIDAD RELATIVA

Datos de muestra : : Material In Situ

Prof. (m.) : 2.00 mt.

DATOS

ENSAYO Nº	1			
Densidad Seca in Situ (Dd) gr/cc	1.381			
Densidad Minima (Dmin) gr/cc	1.216			
Densidad Maxima (Dmax) gr/cc	1.501			
DENSIDAD RELATIVA (Dr) gr/cc	62.96			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 7.37 %

VºBº
LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
FECHA : IN-SITU CALICATA Nº 2 (RAMPA)

CONTROL DE COMPACTACIÓN DEL SUELO

DESCRIPCION	DETALLE				
LUGAR					
REFERENCIA	CAPACIDAD PORTANTE				
PROGRESIVA	P-01				
FECHA DE CONTROL	25/04/13				
% HUMEDAD	7.37				
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,483				
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,381				
MAX. DENSIDAD SECA (LABORATORIO) (gr/cm3)	1.501				
% HUMEDAD OPTIMA					
% DE COMPACTACION OBTENIDA					
% DE COMPACTACION ESPECIFICADA					
ESPESOR CONTROLADO (m)	0.10				
RECOMPACTADO (R)	-				

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

ING. RENZZO GAMBETTA GONZALEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR AASHTO T-99 - 70

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR ESTANDAR

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2 (RAMPA)

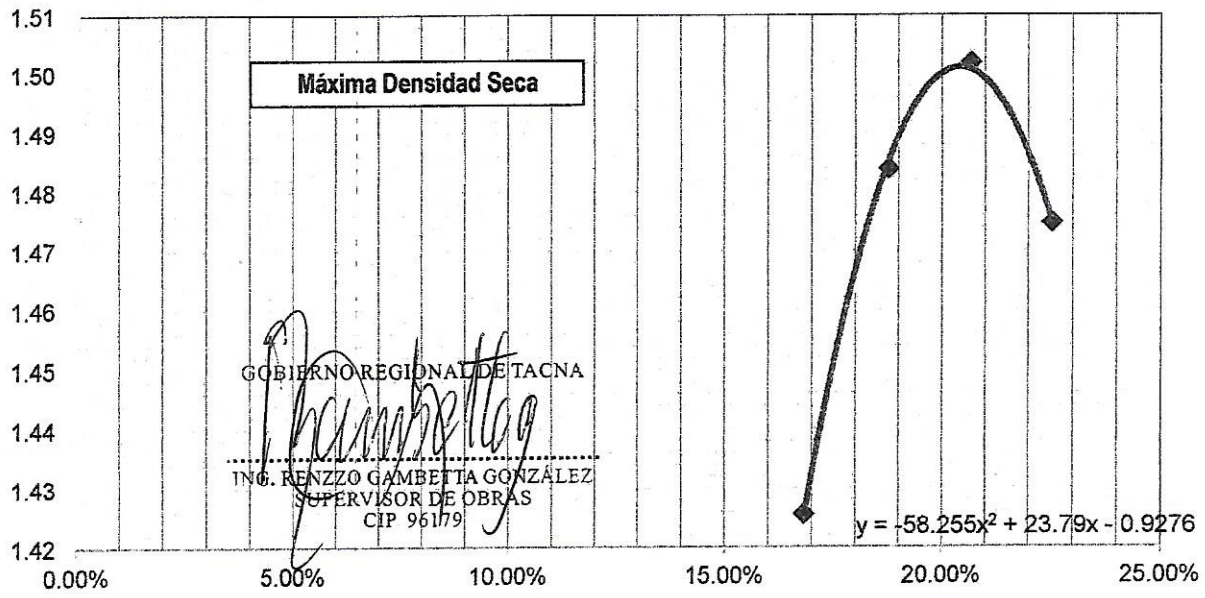
Determinación Nº	01	02	03	04	
Peso del Molde + Muestra	5,107	5,198	5,245	5,240	
Peso del Molde	3,545	3,545	3,545	3,545	
Peso de la Muestra Compacta	1,562	1,653	1,700	1,695	
Volumen del Molde	938	938	938	938	
Densidad Húmeda	1.665	1.762	1.812	1.807	
Densidad Seca	1.426	1.484	1.502	1.475	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro Nº	01	02	03	04				
Peso del Tarro	0.00	0.00	0.00	0.00				
Peso del tarro + Suelo Húmedo	205.70	183.60	218.40	225.70				
Peso del tarro + Suelo Seco	176.10	154.60	181.00	184.20				
Peso del Agua	29.60	29.00	37.40	41.50				
Peso del suelo seco	176.10	154.60	181.00	184.20				
Contenido de Humedad	16.81%	18.76%	20.66%	22.53%				
Promedio de Humedad	16.81%	18.76%	20.66%	22.53%				

DENSIDAD MAXIMA	1.501 *gr/cc*	*OPTIMA HUMEDAD*	20.42%

ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR



GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
ING. RENZZO GAMBETTA GONZALEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

LABORATORIO DE SUELOS

Observaciones :

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

1.501 gr/cc *Optima Humedad = 20.42 %*

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000026

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2 (RAMPA)

DENSIDAD MINIMA

Datos de muestra : : Material In Situ
Prof. (m.) : 2.00 mt.

DATOS

ENSAYO Nº	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (gr.)	11362.0	11386.0	11370.0	
PESO DEL MOLDE (gr.)	7709.0	7709.0	7709.0	
PESO DE LA MUESTRA	3653.0	3677.0	3661.0	
VOLUMEN DEL MOLDE	3013.0	3013.0	3013.0	
PESO UNITARIO	1.212	1.220	1.215	
PROMEDIO PONDERADO (KG/M3.)	1.216			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 7.372 %

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

RENZZO GAMBETTA GONZALEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.

: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2 (RAMPA)

HUMEDAD NATURAL

TARRO Nº	1	2		
PESO DE TARRO	132.70			
SUELO HUMEDO + TARA	531.80			
SUELO SECO + TARA	504.40			
PESO DEL AGUA	27.40			
PESO SUELO SECO NETO	371.70			
PORCENTAJE DE HUMEDAD	7.37			
PROMEDIO %	7.372			

OBSERVACIONES: Material muestreado en calicata.

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000028

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 3 (Losa Deportiva)

PROPIEDADES :		
Cohesion c (Kg/cm2) :	0.0123
Angulo de friccion (deg) :	31.83
Peso Especifico (Kg/cm3) :	0.00140
Factor de seguridad :	3

DIMENSIONES :	Cimientos	Zapatas
Ancho B (cm) :	60	180
Profundidad Df (cm) :	100	200

Nc =	17.43
Nq =	8.21
N =	7.627

A.- PARA CIMIENTOS CORRIDOS

qult = (c * Nc) + (* Df * Nq) +(1/2 * * B * N)

q ult = 1.62 Kg/cm2

q adm = 0.54 Kg/cm2

Valores de B	qult
40	1.51
50	1.56
60	1.62
70	1.67
80	1.72

A.- PARA ZAPATAS CUADRADAS

qult = (1.2 * c * Nc) + (* Df * Nq) +(0.4 * * B * N)

q ult = 3.24 Kg/cm2

q adm = 1.08 Kg/cm2

Valores de B	qult
160	3.24
170	3.24
180	3.24
190	3.24
200	3.24

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.

: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

DESCRIPCION	UNIDAD	C-3	C-3	Cimentacion Corrida Qc=((c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.5*&*B*N&)				Cimentacion Cuadrada Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.4*&*B*N&)				Cimentacion Circular Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.6*&*B*N&)			
				Df	B	C. Corrida		Df	B	C.Cuadrada		Df	B	C. Circular	
Profundidad	Mt.	2.10	2.10	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)
Clasificacion	SUCS	SC-SM	SC-SM	80	40	1.28	0.43	60	80	1.20	0.40	60	80	1.39	0.46
Clasificacion	AASHTO	A-4	A-4	80	50	1.33	0.44	60	90	1.25	0.42	60	90	1.45	0.48
Densidad Seca in Situ (Dd)	gr/cc	1.402	0.001402	80	60	1.38	0.46	60	100	1.29	0.43	60	100	1.52	0.51
Densidad Minima (Dmin)	gr/cc	1.264	0.001264	80	70	1.44	0.48	60	120	1.38	0.46	60	120	1.65	0.55
Densidad Maxima (Dmax)	gr/cc	1.606	0.001606	80	80	1.49	0.50	60	150	1.50	0.50	60	150	1.84	0.61
				100	40	1.51	0.50	100	80	1.67	0.56	100	80	1.85	0.62
Angulo de Friccion (O)	G	31.83	31.83	100	50	1.56	0.52	100	90	1.71	0.57	100	90	1.91	0.64
Cohesion	kg/cc	0.0123	0.01	100	60	1.62	0.54	100	100	1.75	0.58	100	100	1.98	0.66
Densidad Humeda in situ (Ds)	gr/cc	1.53	0.00153	100	70	1.52	0.51	100	120	1.84	0.61	100	120	2.11	0.70
Nc Factor de Capacidad de Carga	S/D	17.43	17.43	100	80	1.72	0.57	100	150	1.96	0.65	100	150	2.30	0.77
Nq Factor de Capacidad de Carga	S/D	8.21	8.21	120	40	1.74	0.58	150	80	2.24	0.75	150	80	2.43	0.81
N& Factor de Capacidad de Carga	S/D	7.63	7.63	120	50	1.79	0.60	150	90	2.28	0.76	150	90	2.49	0.83
FACTOR DE SEGURIDAD	3			120	60	1.85	0.62	150	100	2.33	0.78	150	100	2.55	0.85
				120	70	1.90	0.63	150	120	2.41	0.80	150	120	2.68	0.89
				120	80	1.95	0.65	150	150	2.54	0.85	150	150	2.88	0.96
				140	40	1.97	0.66	180	80	2.59	0.86	180	80	2.77	0.92
				140	50	2.02	0.67	180	90	2.63	0.88	180	90	2.84	0.95
				140	60	2.08	0.69	180	100	2.67	0.89	180	100	2.90	0.97
				140	70	2.13	0.71	180	150	2.89	0.96	180	120	3.03	1.01
				140	80	2.18	0.73	180	180	3.01	1.00	180	150	3.22	1.07
				180	40	2.43	0.81	200	80	2.82	0.94	220	80	3.23	1.08
				180	50	2.48	0.83	200	100	2.90	0.97	220	90	3.30	1.10
				180	60	2.54	0.85	200	150	3.12	1.04	220	100	3.36	1.12
				220	70	3.05	1.02	200	180	3.24	1.08	220	120	3.49	1.16
				220	80	3.10	1.03	200	200	3.33	1.11	220	150	3.68	1.23
				220	40	2.89	0.96	250	80	3.39	1.13	260	80	3.69	1.23
				280	50	3.63	1.21	250	100	3.48	1.16	260	90	3.76	1.25
				280	60	3.69	1.23	250	150	3.69	1.23	260	100	3.82	1.27
				280	70	3.74	1.25	250	200	3.91	1.30	260	120	3.95	1.32
				280	80	3.79	1.26	250	250	4.12	1.37	260	150	4.14	1.38

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

ING. RENZZO GAMBETTA GONZALEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

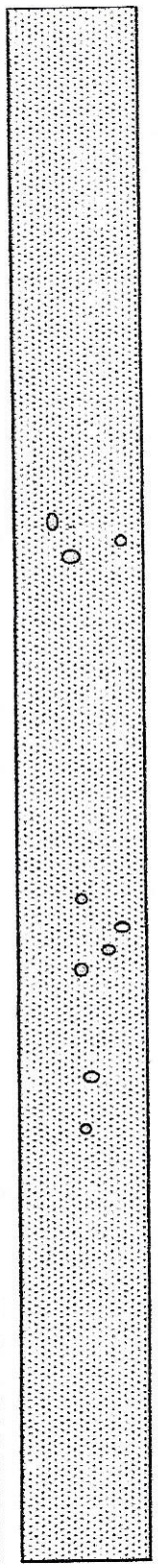
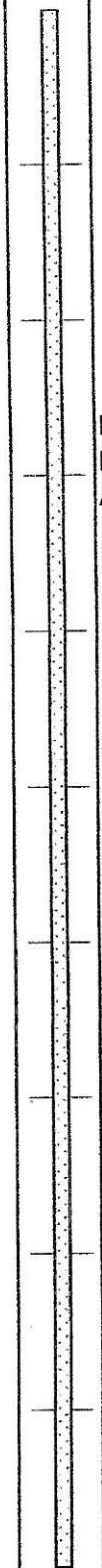
GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000030

COLUMNA STATIGRAFICA

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 3 (Losa Deportiva)

SIMBOLO (SUCS)	PROF. (m)	SIMBOLO GRAFICO	FALDA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	FINOS
SC-SM	0 – 2.1			**Clasificación AAHSTO** **Material limoso-arenoso** Pobre a malo como subgrado A-4 Suelo limoso Valor del indice de grupo (IG): 0 Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) FINOS **37.22** % Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arena arcilloso-limosa SC-SM	M - 1	9.787	22.57	5.66	37.22

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

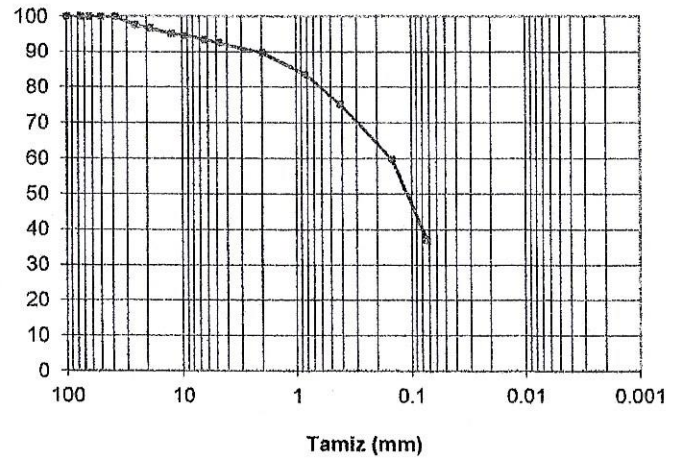
GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

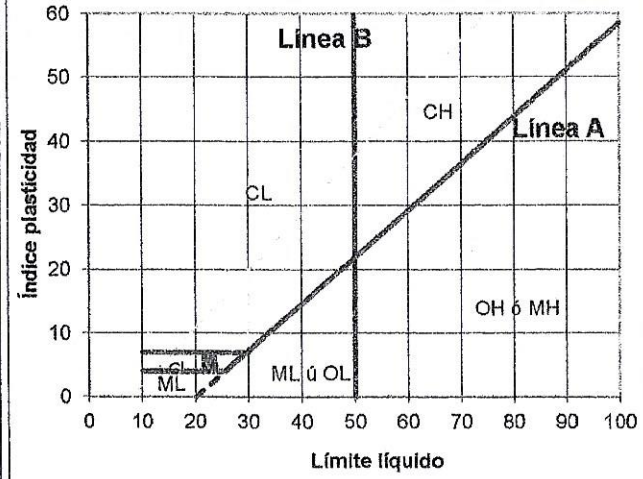
Tamiz	3 1/2"	3	2 1/2"	2	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	4	10	20	40	100	200	pasa
(mm)	100	76.20	63.50	50.60	38.10	25.40	19.050	12.500	9.525	6.350	4.760	2.000	0.840	0.420	0.149	0.074	
Peso retenido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	95.00	40.0	68.0	23.00	50.00	36.00	11.60	26.10	35.10	65.20	95.40	156.90
Retenido parcial (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	0.95	1.62	0.55	1.19	0.86	2.75	6.19	8.33	15.47	22.63	37.22
Retenido acumulado (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	3.21	4.82	5.37	6.56	7.41	10.16	16.35	24.68	40.15	62.78	100.00
(%) que pasa	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	97.74	96.79	95.18	94.63	93.44	92.59	89.84	83.65	75.32	59.85	37.22	0.00

Límite líquido LL	22.57	%	Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	92.59	%	Material limoso-arenoso	Clasificación AAHSTO
Límite plastico LP	16.90	%	Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	37.22	%	Pobre a malo como subgrado	
Índice plasticidad IP	5.66	%	D_{60}:	0.15	mm	A-4 Suelo limoso	
			D_{30}:		mm	Valor del índice de grupo (IG):	0
			D_{10} (diámetro efectivo):		mm	Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
			Coeficiente de uniformidad (Cu):			Suelo de particulas gruesas: Suelo de particulas gruesas con finos (suelo sucio).	
			Grado de curvatura (Cc):			Arena arcilloso-limosa SC-SM	

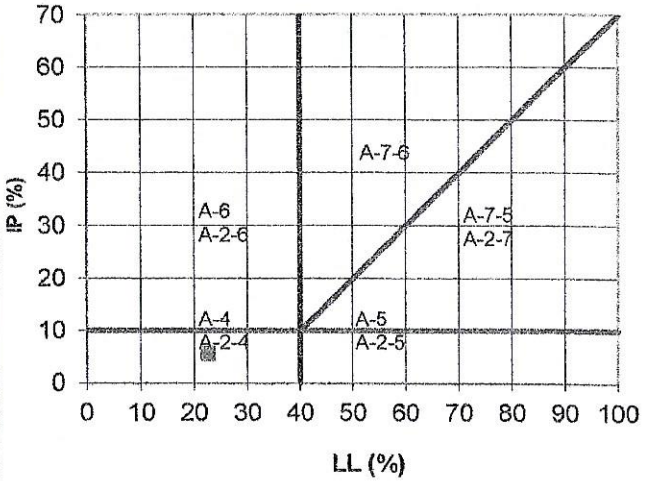
Granulometría



Ábaco de Casagrande



Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)



OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 3 (Losa Deportiva)
FECHA : TACNA 04 DE MAYO DEL 2013

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y SUBSUELOS

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

000031

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.

: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 3 (Losa Deportiva)

DENSIDAD RELATIVA

Datos de muestra : : Material In Situ

Prof. (m.) : 2.10 mt.

DATOS

ENSAYO Nº	1			
Densidad Seca in Situ (Dd) gr/cc	1.402			
Densidad Minima (Dmin) gr/cc	1.264			
Densidad Maxima (Dmax) gr/cc	1.606			
DENSIDAD RELATIVA (Dr) gr/cc	46.09			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 9.79 %

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
FECHA : IN-SITU CALICATA Nº 3 (Losa Deportiva)

CONTROL DE COMPACTACIÓN DEL SUELO

DESCRIPCION	DETALLE				
LUGAR					
REFERENCIA	CAPACIDAD PORTANTE				
PROGRESIVA	P-01				
FECHA DE CONTROL	25/04/13				
% HUMEDAD	9.79				
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,539				
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,402				
MAX. DENSIDAD SECA (LABORATORIO) (gr/cm3)	1.606				
% HUMEDAD OPTIMA					
% DE COMPACTACION OBTENIDA					
% DE COMPACTACION ESPECIFICADA					
ESPESOR CONTROLADO (m)	0.10				
RECOMPACTADO (R)	-				

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

ING. RENZZO GAMBETTA GONZALEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR AASHTO T-99 - 70

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR ESTANDAR

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 3 (Losa Deportiva)

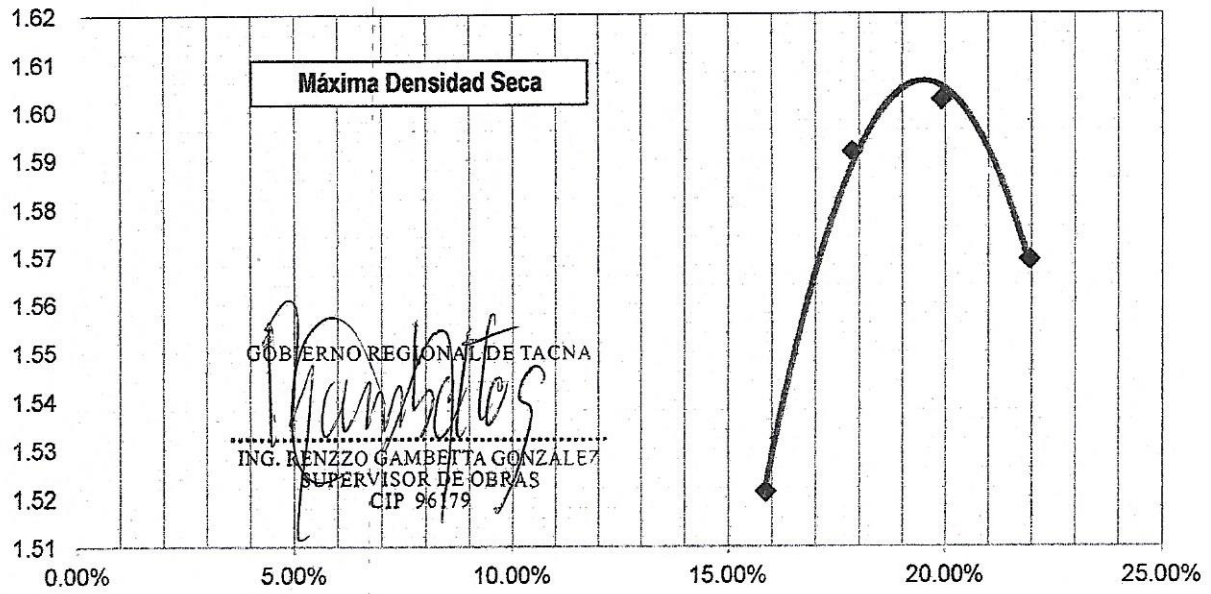
Determinación Nº	01	02	03	04	
Peso del Molde + Muestra	5,198	5,304	5,347	5,340	
Peso del Molde	3,545	3,545	3,545	3,545	
Peso de la Muestra Compacta	1,653	1,759	1,802	1,795	
Volumen del Molde	938	938	938	938	
Densidad Húmeda	1.762	1.875	1.921	1.914	
Densidad Seca	1.521	1.592	1.602	1.569	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro Nº	01		02		03		04			
Peso del Tarro	0.00		0.00		0.00		0.00			
Peso del tarro + Suelo Húmedo	215.70		224.70		218.10		275.00			
Peso del tarro + Suelo Seco	186.20		190.70		181.90		225.50			
Peso del Agua	29.50		34.00		36.20		49.50			
Peso del suelo seco	186.20		190.70		181.90		225.50			
Contenido de Humedad	15.84%		17.83%		19.90%		21.95%			
Promedio de Humedad	15.84%		17.83%		19.90%		21.95%			

DENSIDAD MAXIMA	1.606 *gr/cc*	*OPTIMA HUMEDAD*	19.50%

ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR



GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
ING. RENZZO GAMBETTA GONZALEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

$y = -62.837x^2 + 24.502x - 0.7824$

Observaciones :

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

1.606 gr/cc *Optima Humedad = 19.50 %*

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 3 (Losa Deportiva)

DENSIDAD MINIMA

Datos de muestra : : Material In Situ

Prof. (m.) : 2.10 mt.

DATOS

ENSAYO Nº	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (gr.)	10434.0	10438.0	10452.0	
PESO DEL MOLDE (gr.)	6682.5	6682.5	6682.5	
PESO DE LA MUESTRA	3751.5	3755.5	3769.5	
VOLUMEN DEL MOLDE	2973.0	2973.0	2973.0	
PESO UNITARIO	1.262	1.263	1.268	
PROMEDIO PONDERADO (KG/M3.)	1.264			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 9.787 %

V°B° LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000036

LIMITES DE CONSISTENCIA

MTC E 110, 111

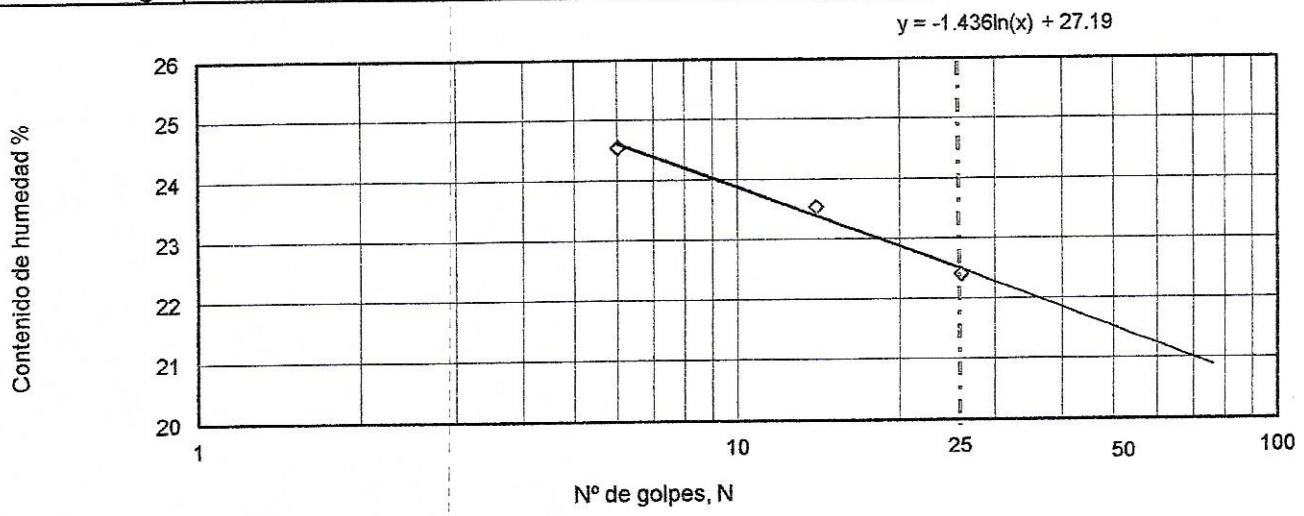
OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 3 (Losa Deportiva)

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Ensayo Nº	1	2	3		
Peso del suelo humedo+tara	**33.67**	**36.21**	**57.76**		
Peso del suelo seco+tara	**30.47**	**32.35**	**53.77**		
Peso de tara	**16.20**	**15.96**	**37.52**		
Peso del suelo seco	14.27	16.39	16.25		
Peso de agua	3.20	3.86	3.99		
Contenido de humedad %	22.42	23.55	24.55		
Numero de golpes, N	**26**	**14**	**6**		



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Ensayo Nº	1	2			
Peso del suelo humedo+tara	**25.62**	**27.70**			
Peso del suelo seco+tara	**25.25**	**27.46**			
Peso de tara	**23.03**	**26.06**			
Peso del suelo seco	2.22	1.40			
Peso de agua	0.37	0.24			
Contenido de humedad %	16.67	17.14			

LIMITE LIQUIDO (LL) =	**22.57**	%
LIMITE PLASTICO (LP) =	**16.90**	%
INDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	**5.66**	%

V°B° LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

RENZZO GAMBETTA GONZALEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 3 (Losa Deportiva)

HUMEDAD NATURAL

TARRO Nº	1	2		
PESO DE TARRO	135.70			
SUELO HUMEDO + TARA	564.20			
SUELO SECO + TARA	526.00			
PESO DEL AGUA	38.20			
PESO SUELO SECO NETO	390.30			
PORCENTAJE DE HUMEDAD	9.79			
PROMEDIO %	9.787			

OBSERVACIONES: Material muestreado en calicata.

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000038

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.
: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA
UBICACIÓN : DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 4 (Lado Derecho)

PROPIEDADES :

Cohesion	c (Kg/cm2) :	0.0123
Angulo de friccion	(deg) :	31.83
Peso Especifico	(Kg/cm3) :	0.00140
Factor de seguridad	:	3

DIMENSIONES :

		Cimientos	Zapatas
Ancho	B (cm) :	60	180
Profundidad	Df (cm) :	100	200

Nc =	17.43
Nq =	8.21
N =	7.627

A.- PARA CIMIENTOS CORRIDOS

qult = (c * Nc) + (* Df * Nq) +(1/2 * * B * N)

q ult = 1.62 Kg/cm2

Valores de B	Qult
40	1.51
50	1.56
60	1.62
70	1.67
80	1.72

q adm = 0.54 Kg/cm2

A.- PARA ZAPATAS CUADRADAS

qult = (1.2 * c * Nc) + (* Df * Nq) +(0.4 * * B * N)

q ult = 3.25 Kg/cm2

Valores de B	qult
160	3.25
170	3.25
180	3.25
190	3.25
200	3.25

q adm = 1.08 Kg/cm2

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
ING. RENZZO GAMBETTA GONZÁLEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA I.E.I Nº 412 JORGE BASADRE G.

: DEL DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA

DESCRIPCION	UNIDAD	C-4	C-1
Profundidad	Mt.	2.10	2.10
Clasificacion	SUCS	SM	SM
Clasificacion	AASHTO	A-4	A-4
Densidad Seca in Situ (Dd)	gr/cc	1.404	0.001404
Densidad Minima (Dmin)	gr/cc	1.284	0.001284
Densidad Maxima (Dmax)	gr/cc	1.515	0.001515
Angulo de Friccion (O)	G	31.83	31.83
Cohesion	kg/cc	0.0123	0.01
Densidad Humeda in situ (Ds)	gr/cc	1.53	0.00153
Nc Factor de Capacidad de Carga	S/D	17.43	17.43
Nq Factor de Capacidad de Carga	S/D	8.21	8.21
N& Factor de Capacidad de Carga	S/D	7.63	7.63
FACTOR DE SEGURIDAD	**3**		

Cimentacion Corrida				Cimentacion Cuadrada				Cimentacion Circular			
Qc=((c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.5*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.4*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.6*&*B*N&)			
Df	B	C. Corrida		Df	B	C.Cuadrada		Df	B	C. Circular	
cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)
80	40	1.28	0.43	60	80	1.21	0.40	60	80	1.39	0.46
80	50	1.33	0.44	60	90	1.25	0.42	60	90	1.46	0.49
80	60	1.39	0.46	60	100	1.29	0.43	60	100	1.52	0.51
80	70	1.44	0.48	60	120	1.38	0.46	60	120	1.65	0.55
80	80	1.49	0.50	60	150	1.51	0.50	60	150	1.84	0.61
100	40	1.51	0.50	100	80	1.67	0.56	100	80	1.85	0.62
100	50	1.56	0.52	100	90	1.71	0.57	100	90	1.92	0.64
100	60	1.62	0.54	100	100	1.75	0.58	100	100	1.98	0.66
100	70	1.54	0.51	100	120	1.84	0.61	100	120	2.11	0.70
100	80	1.72	0.57	100	150	1.97	0.66	100	150	2.30	0.77
120	40	1.74	0.58	150	80	2.24	0.75	150	80	2.43	0.81
120	50	1.79	0.60	150	90	2.29	0.76	150	90	2.49	0.83
120	60	1.85	0.62	150	100	2.33	0.78	150	100	2.56	0.85
120	70	1.90	0.63	150	120	2.41	0.80	150	120	2.69	0.90
120	80	1.95	0.65	150	150	2.54	0.85	150	150	2.88	0.96
140	40	1.97	0.66	180	80	2.59	0.86	180	80	2.77	0.92
140	50	2.02	0.67	180	90	2.63	0.88	180	90	2.84	0.95
140	60	2.08	0.69	180	100	2.67	0.89	180	100	2.90	0.97
140	70	2.13	0.71	180	150	2.89	0.96	180	120	3.03	1.01
140	80	2.19	0.73	180	180	3.02	1.01	180	150	3.22	1.07
180	40	2.43	0.81	200	80	2.82	0.94	220	80	3.24	1.08
180	50	2.49	0.83	200	100	2.91	0.97	220	90	3.30	1.10
180	60	2.54	0.85	200	150	3.12	1.04	220	100	3.36	1.12
220	70	3.05	1.02	200	180	3.25	1.08	220	120	3.49	1.16
220	80	3.11	1.04	200	200	3.33	1.11	220	150	3.69	1.23
220	40	2.89	0.96	250	80	3.40	1.13	260	80	3.70	1.23
280	50	3.64	1.21	250	100	3.48	1.16	260	90	3.76	1.25
280	60	3.69	1.23	250	150	3.70	1.23	260	100	3.83	1.28
280	70	3.75	1.25	250	200	3.91	1.30	260	120	3.95	1.32
280	80	3.80	1.27	250	250	4.12	1.37	260	150	4.15	1.38

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

VºBº
LABORATORIO DE SUELOS

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

LORENZO GAMBETTA GONZALEZ
SUPERVISOR DE OBRAS
CIP 96179

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA E SUPERVISION

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA CIMENTACION

PROYECTO	**MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA.**
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	**ESTUDIO DE CAPACIDAD PORTANTE**
UBICACIÓN	**DISTRITO DE TACNA - REGIÓN DE TACNA**
FECHA	**TACNA, OCTUBRE DEL 2012**

1.0 GENERALIDADES.

El presente informe que se desarrolla en los parámetros de la mecánica de Suelos, es el resultado obtenido del estudio realizado en la comprensión del área donde se realizara el Mejoramiento de los Servicios de Salud del Hospital Hipólito Unanue de Tacna.

El fin principal del estudio que se ha realizado, es el de analizar los suelos que subyacen a la superficie y, ejecutar el respectivo análisis a través del Laboratorio y pruebas in-situ: a fin de obtener la capacidad portante del suelo, y efectuar finalmente las recomendaciones del tipo de cimentaciones a usarse en el proceso constructivo.

1.1 Objetivo del Estudio:

Determinar la Capacidad Portante del Suelo de Fundación para el Proyecto: Mejoramiento de los Servicios de Salud del Hospital Hipólito Unanue de Tacna. por medio de los trabajos de campo a través de tres calicatas y ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo como sus propiedades de resistencia.

1.2 Ubicación del Área de Estudio:

El área de estudio se encuentra en el Distrito de Tacna - Región de Tacna

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA MILTON CESAR GORDILLO MOLINA SUPERVISOR DE OBRA INGENIERO CIVIL - REG. CIP N° 61870 OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

LABORATORIO DE SUELOS

2.0 SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO

El suelo en estudio corresponde a la zona 3 de alta sismicidad, según el "Mapa de Zonificación Sísmica del Perú" de acuerdo a las normas de diseño sismo resistente del Reglamento Nacional de Construcción.

3.0 INVESTIGACIONES REALIZADAS

El programa desarrollado en el campo, ha sido elaborado específicamente con la finalidad de obtener información de la conformación existente de la superficie donde se edificará la estructura, así como la formación estratigráfica de los suelos subyacentes, y evaluar a través de la mecánica del medio continuo, las propiedades físicas y mecánicas que tienen éstos, cuando son sometidos a esfuerzos en general.

Las investigaciones se han realizado por medio de tres excavaciónes de pozo a cielo abierto, cuya profundidad y ubicación se determinó considerando las probables cargas que se transmitirán, así como presiones de contacto entre cimentaciones y estructuras, de tal manera que se ha elegido la zona de mayor incidencia de fuerzas verticales de acuerdo a los lineamientos del proyecto y datos proporcionados para este fin.

4.0 METODO DE EXPLORACION

El método de exploración empleado, ha sido practicado a través de tres Calicatas a cielo abierto
Las Calicata tiene profundidad de 2.80 mt. Desde la rasante actual del terreno, compatibilizando con la magnitud de carga que incidirá en el terreno y la zona activa de presiones.
La ubicación de las Calicata de sondeo se ha determinado de tal manera que sea representativa dentro de la superficie estudiada y en función a la aplicación de fuerzas y esfuerzos activos exteriores.

5.0 INVESTIGACIONES DE LARORATORIO

Con el objeto de determinar las características físicas y mecánicas de las muestras extraídas del pozo de exploración, se ha procedido a determinar lo siguiente:

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
SUPERVISOR DE OBRA
INGENIERO CIVIL - REG. CIP Nº 86870
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

V°B°
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYOS DE CAMPO O IN SITU	NORMAS	
- Densidad Natural húmeda y seca	ASTM D2922	NPT 339.144

ENSAYOS EN LABORATORIO	NORMAS	
- Humedad Natural	ASTM D 2216	NPT 339.127
- Análisis Granulométrico	ASTM D 422	NTP 339.128
- Limites de Atterberg	ASTM D 4318	NPT 33.129
- Densidad mínima	ASTM D 4254	NTP 339.138
- Densidad máxima	ASTM D 1557	NTP 339.141
- Densidad relativa	ASTM D 2049	

6.0 ANALISIS DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

Las Calicata presentan básicamente un estratos: Arena mal graduada con con gravas de 3/4" (SP-SM),

7.0 TRABAJO DE GABINETE

Con los datos obtenidos de campo y laboratorio se procedió a calcular la capacidad portante del suelo en base a la clasificación SUCS y al valor de peso volumétrico obtenido en campo, con los valores de ángulo de fricción y cohesión respectivamente para este tipo de suelo.

Finalmente se obtiene las siguientes características físicas y mecánicas de la calicata realizada.

7.1 Condiciones Geotécnicas y Parámetros del Suelo por Efecto de Sismo

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
SUPERVISOR DE OBRA
INGENIERO CIVIL - REG. CIP Nº 81870
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

VºBº
LABORATORIO DE SUELOS

7.1.1 Parámetros del Sitio

Zonificación

A cada zona se asigna a un factor Z según se indica en la Tabla Nº 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Según como lo muestra la tabla siguiente:

PARAMETROS DEL SUELO			
Tipo	**Descripción**	**Tp (S)**	**S**
S1	Roca o Suelos muy Rígidos	0.4	1.0
S2	Suelos Intermedios	0.6	1.2
S3	Suelos Flexibles o con Estratos de gran Espesor	0.9	1.4
S4	Condiciones Excepcionales	*	*

FACTORES DE ZONA	
Zona	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

La zona sísmica en la que se divide el territorio peruano, donde se especifica Que Tacna se encuentra ubicada en la zona 3.

Condiciones Geotécnicas

Los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Donde se considera a la Región de Tacna, como suelos intermedios (Perfil Tipo S2).

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA MILTON CESAR GORDILLO MOLINA SUPERVISOR DE OBRA INGENIERO CIVIL - REG. CIP Nº 81870 OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

Tabla N° 2

Tipo = S2
Tp(s) = 0.6
S = 1.2

Donde:

Tp: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo.
S: Factor de amplificación de suelos.

Mc Graw – Hill para suelos medianamente densos y friccionantes, como es El caso para este tipo de suelo.

C-01=31.4978°; C=0.1022 Kg./Cm2
C-02=28.1690°; C=0.2055 Kg./Cm2
C-03=29.7408°; C=0.1026 Kg./Cm2

De acuerdo a los resultados de ensayos el suelo se encuentra dentro del tipo Falla local según los datos geométricos que asumirán.

7.2 Calculo de la Capacidad Portante Admisible.

CARGA ÚLTIMA DE CIMENTACIONES SOBRE TERRENO

Para el Diseño de la Capacidad de carga se utilizara la teoría de Terzaghi, tomando un factor de seguridad igual a 3.

$$Qult= (1.2*c*Nc)+ (*Df*Nq)+(0.4*B*N)$$

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
SUPERVISOR DE OBRA
INGENIERO CIVIL - REG. CIP Nº 81870
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

V°B°
LABORATORIO DE SUELOS

7.3 Resultados del Ensayo de Capacidad Portante.

De acuerdo a las características del subsuelo descrito anteriormente, y aplicando el método indirecto (Densidad Relativa) para determinación del ángulo de fricción interna, se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a la formula de terzaghi, teniendo como resultado lo siguiente.

CALICATA Nº 01

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA ZAPATA

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
1.70	2.00	1.71

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA CIMENTACION

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
0.60	1.00	0.99

CALICATA Nº 02

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA ZAPATA

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
2.00	2.00	1.35

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA CIMENTACION

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
0.60	1.00	0.78

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
SUPERVISOR DE OBRA
INGENIERO CIVIL - REG. CIP Nº 81870
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION
LABORATORIO DE SUELOS

CALICATA Nº 03

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA ZAPATA

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
1.70	1.70	1.34

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA CIMENTACION

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
0.60	1.00	0.86

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
SUPERVISOR DE OBRA
INGENIERO CIVIL / REG. CIP Nº 81870
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

VºBº
LABORATORIO DE SUELOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El terreno materia del estudio ubicado en el distrito de Tacna – Región Tacna El presente Estudio se ha desarrollado con la finalidad de investigar las características del suelo y determinar la capacidad portante del terreno para fines de cimentación para el Proyecto Mejoramiento de los Servicios de Salud del Hospital Hipólito Unanue de Tacna.
- ✓ El mecanismo que se utilizó para determinar la condición de la estructura del suelo, fue por medio de la excavación de tres calicata; la misma que se ejecuto de manera manual a una profundidad de 2.80 mt. Las calicatas se ubicaron estratégicamente para obtener resultados representativos.
- ✓ Las muestras obtenidas en las exploraciones de campo fueron analizadas en laboratorio, lo que permitió conocer la estratigrafía de toda la zona dentro de la profundidad investigada basado en la Clasificación de los suelos, espesores de estratos y características mecánicas, de la calicata estudiada; se definió el perfil Estatigráfico.
- ✓ El perfil estatigrafico de la zona de estudio se encuentra conformado mayormente por suelos limos arenosos hasta la profundidad de 2.80 mt. de baja compacidad.
- ✓ El suelo de fundación tiene una clasificación SUCS de **SM**, que corresponde Arena limosa Mezcla de arena limo con presencia de grava de ¾" , Clasificación AAHSTO **A-4**, suelo Limoso
- ✓ Es necesario compactar el suelo de fundación a humedad óptima y a un 95% de la máxima densidad seca del proctor modificado, para obtener una buena compacidad y elevar su capacidad admisible.
- ✓ Se sugiere profundizar hasta una profundidad no mayor de 3 metros a fin de conocer si es el mismo tipo de suelo para proceder a cimentar convenientemente.

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
SUPERVISOR DE OBRA
INGENIERO CIVIL - REG. CIP Nº 81870
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

V°B°
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYOS CALICATA Nº 1



GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -1
FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

PROPIEDADES :		
Cohesion c (Kg/cm2) :	0.102	
Angulo de friccion (deg) :	31.50	
Peso Especifico (Kg/cm3) :	0.00178	
Factor de seguridad :	3	

DIMENSIONES :	Cimientos	Zapatas
Ancho B (cm) :	60	170
Profundidad Df (cm) :	100	200

Nc =	17.13
Nq =	8.00
N =	7.351

A.- PARA CIMIENTOS CORRIDOS

qult = (c * Nc) + (* Df * Nq) +(1/2 * * B * N)

q ult = 2.98 Kg/cm2

Valores de B	qult
40	2.85
50	2.92
60	2.98
70	3.05
80	3.11

q adm = 0.99 Kg/cm2

A.- PARA ZAPATAS CUADRADAS

qult = (1.2 * c * Nc) + (* Df * Nq) +(0.4 * * B * N)

q ult = 5.14 Kg/cm2

Valores de B	qult
150	5.14
160	5.14
170	5.14
180	5.14
190	5.14

q adm = 1.71 Kg/cm2

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR CORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA

: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

				Cimentacion Corrida				Cimentacion Cuadrada				Cimentacion Circular			
				Qc=((c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.5*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.4*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.6*&*B*N&)			
DESCRIPCION	UNIDAD	C-1	C-1	Df	B	C. Corrida		Df	B	C.Cuadrada		Df	B	C. Circular	
Profundidad	Mt.	2.30	2.30	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)
Clasificacion	SUCS	SP-SM	SP-SM	80	40	2.57	0.86	60	80	2.67	0.89	60	80	3.00	1.00
Clasificacion	AASHTO	A-1-b	A-1-b	80	50	2.63	0.88	60	90	2.73	0.91	60	90	3.08	1.03
Densidad Seca in Situ (Dd)	gr/cc	1.781	0.001781	80	60	2.70	0.90	60	100	2.78	0.93	60	100	3.16	1.05
Densidad Minima (Dmin)	gr/cc	1.560	0.001560	80	70	2.76	0.92	60	120	2.88	0.96	60	120	3.31	1.10
Densidad Maxima (Dmax)	gr/cc	1.972	0.001972	80	80	2.83	0.94	60	150	3.04	1.01	60	150	3.55	1.18
Densidad Relativa (Dr)	gr/cc	59.32	59.32	100	40	2.85	0.95	100	80	3.24	1.08	100	80	3.57	1.19
Angulo de Friccion (O)	G	31.50	31.50	100	50	2.92	0.97	100	90	3.30	1.10	100	90	3.65	1.22
Cohesion	kg/cc	0.1022	0.1022	100	60	2.98	0.99	100	100	3.35	1.12	100	100	3.73	1.24
Densidad Humeda in situ (Ds)	gr/cc	1825.00	1.82500	100	70	2.82	0.94	100	120	3.45	1.15	100	120	3.88	1.29
Nc Factor de Capacidad de Carga	S/D	17.13	17.13	100	80	3.11	1.04	100	150	3.61	1.20	100	150	4.12	1.37
Nq Factor de Capacidad de Carga	S/D	8.00	8.00	120	40	3.14	1.05	150	80	3.96	1.32	150	80	4.28	1.43
N& Factor de Capacidad de Carga	S/D	7.35	7.35	120	50	3.20	1.07	150	90	4.01	1.34	150	90	4.36	1.45
FACTOR DE SEGURIDAD	3			120	60	3.27	1.09	150	100	4.06	1.35	150	100	4.44	1.48
	22.2			120	70	3.33	1.11	150	120	4.16	1.39	150	120	4.60	1.53
Tipo de Falla	Falla Local			120	80	3.40	1.13	150	150	4.32	1.44	150	150	4.83	1.61
				140	40	3.42	1.14	180	80	4.38	1.46	180	80	4.71	1.57
				140	50	3.49	1.16	180	90	4.44	1.48	180	90	4.79	1.60
				140	60	3.55	1.18	180	100	4.49	1.50	180	100	4.87	1.62
				140	70	3.62	1.21	180	150	4.75	1.58	180	120	5.02	1.67
				140	80	3.68	1.23	180	180	4.91	1.64	180	150	5.26	1.75
				180	40	3.99	1.33	200	80	4.67	1.56	220	80	5.28	1.76
				180	50	4.06	1.35	200	100	4.77	1.59	220	90	5.36	1.79
				180	60	4.12	1.37	200	150	5.03	1.68	220	100	5.44	1.81
				220	70	4.76	1.59	200	180	5.19	1.73	220	120	5.59	1.86
				220	80	4.82	1.61	200	200	5.30	1.77	220	150	5.83	1.94
				220	40	4.56	1.52	250	80	5.38	1.79	260	80	5.85	1.95
				280	50	5.48	1.83	250	100	5.48	1.83	260	90	5.93	1.98
				280	60	5.55	1.85	250	150	5.75	1.92	260	100	6.01	2.00
				280	70	5.61	1.87	250	200	6.01	2.00	260	120	6.16	2.05
				280	80	5.68	1.89	250	250	6.27	2.09	260	150	6.40	2.13

V°B°
LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

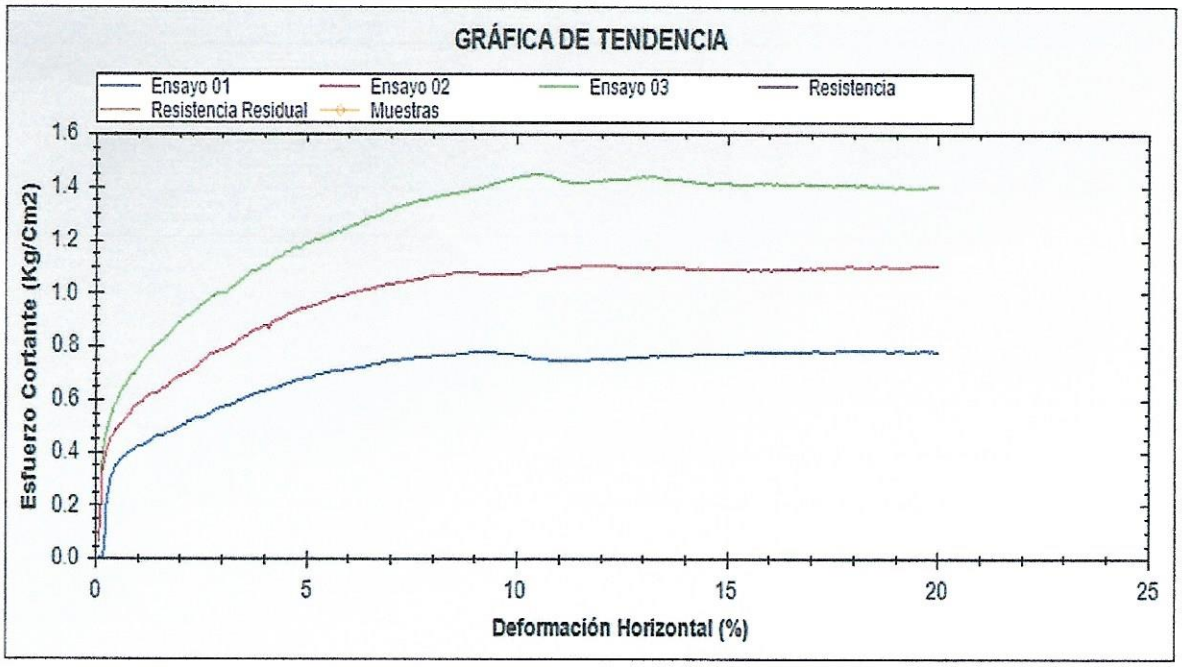
GERENCIA GENERAL REGIONAL

0FICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

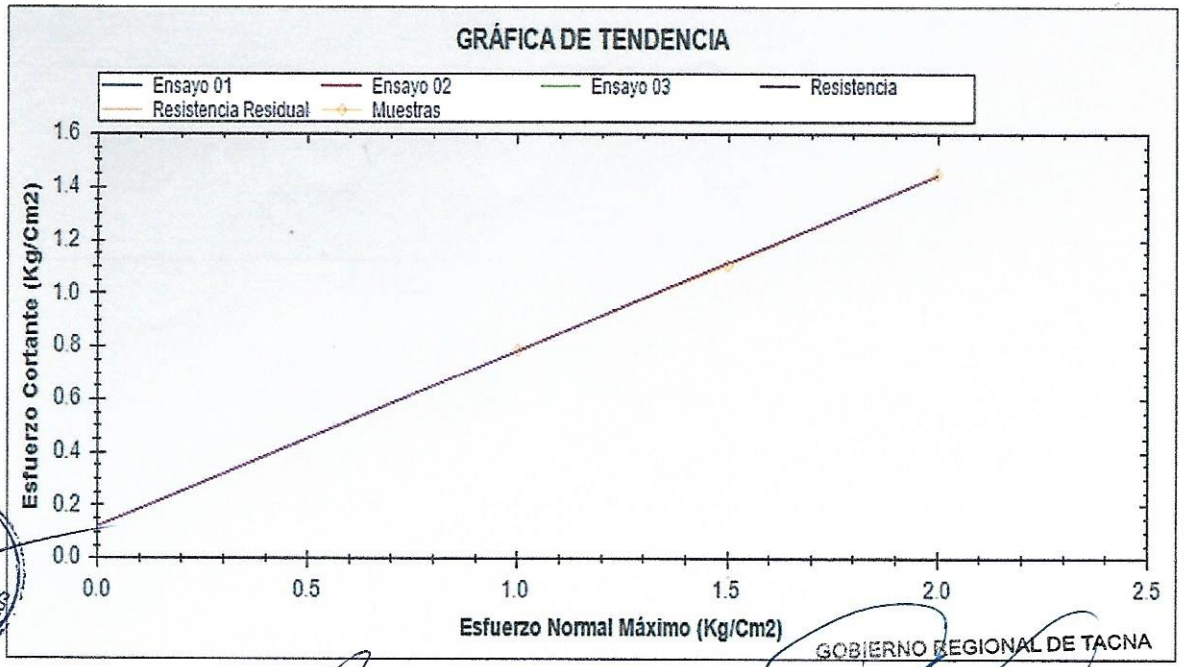
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo	: ENSAYO-001		
Norma	: ASTM D - 3080		
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE L HOSPITAL		
	: HIPOLITO UNANUE DE TACNA		
Solicitante	: UNIDAD FORMULADORA		
Fecha	: 22/10/2013	Hora	: 03:39:48 p.m.
Exploración	: EX-001	Muestra	: MUES-001
Freático	: PNF-001	Estrato	: PE-001
Cohesión	: 0.1022	Ángulo	: 31.4978

ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs DEFORMACIÓN HORIZONTAL(Cm)



ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs ESFUERZO NORMAL MÁXIMO(Kg/Cm2)



VºBº LABORATORIO DE SUELOS

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

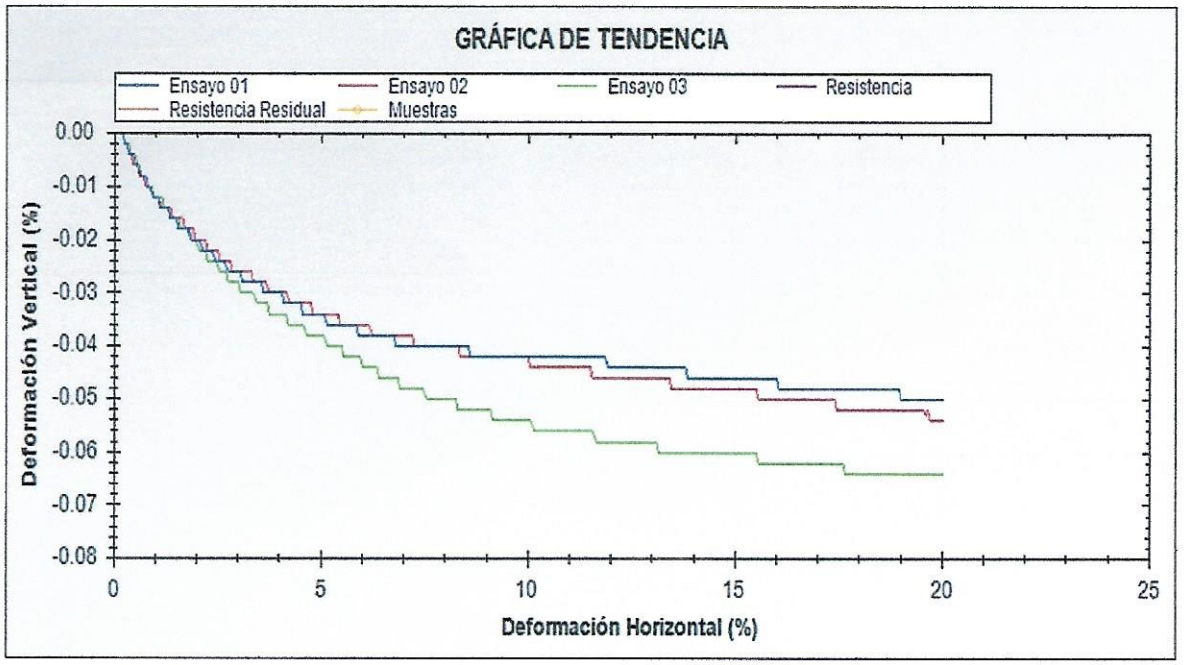
GERENCIA GENERAL REGIONAL

0FICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

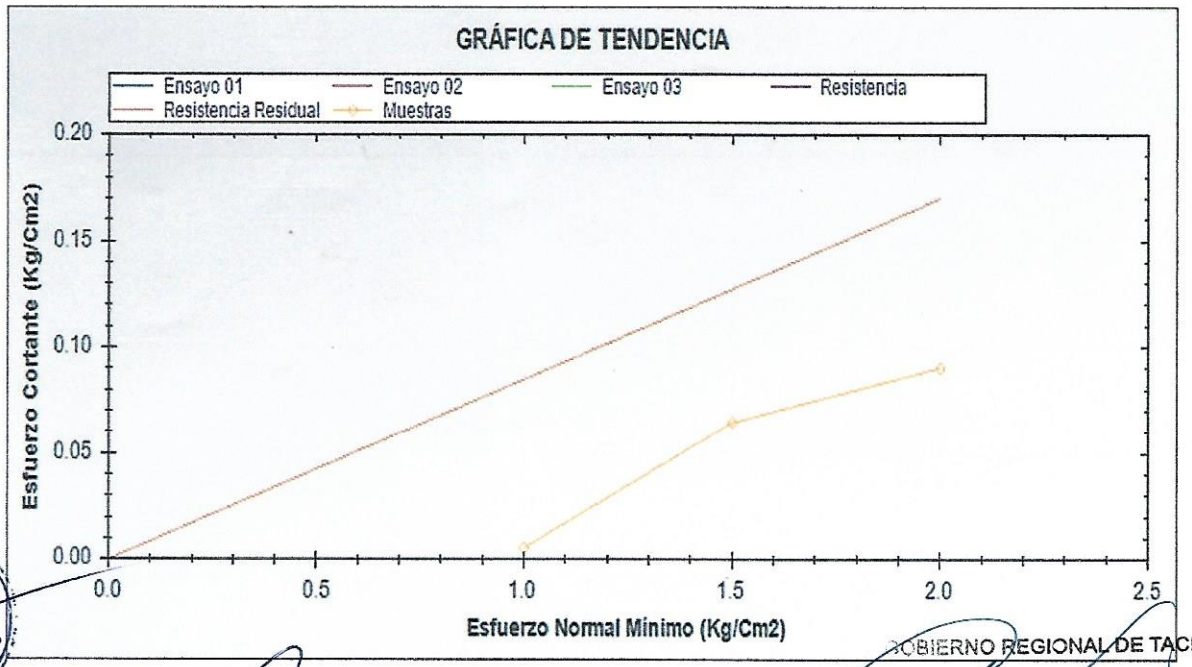
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo	: ENSAYO-001		
Norma	: ASTM D - 3080		
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE L HOSPITAL		
	: HIPOLITO UNANUE DE TACNA		
Solicitante	: UNIDAD FORMULADORA		
Fecha	: 22/10/2013	Hora	: 03:39:48 p.m.
Exploración	: EX-001	Muestra	: MUES-001
Freático	: PNF-001	Estrato	: PE-001
Cohesión	: 0.0000	Ángulo	: 4.8584

DEFORMACIÓN VERTICAL(Cm) vs DEFORMACION HORIZONTAL(Cm)



ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs ESFUERZO NORMAL MÍNIMO(Kg/Cm2)



VoBo LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo	: ENSAYO-001		
Norma	: ASTM D - 3080		
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE L HOSPITAL		
	: HIPOLITO UNANUE DE TACNA		
Solicitante	: UNIDAD FORMULADORA		
Fecha	: 22/10/2013	Hora	: 03:39:48 p.m.
Exploración	: EX-001	Muestra	: MUES-001
Freático	: PNF-001	Estrato	: PE-001
Cohesión	: -	Ángulo	: -

Esfuerzo Normal (Kg/Cm2)	1.00 Kg/Cm2		1.50 Kg/Cm2		2.00 Kg/Cm2	
Etapa	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.
Esfuerzo Cortante (Kg/Cm2)	0.787	0.006	1.108	0.065	1.449	0.091
Fuerza Cortante (Kg)	9.464	0.202	5.260	12.373	52.174	13.732
Cohesión	0.000	0.000	0.000	0.000	0.102	0.000
Ángulo Fricción (°)	0.000	0.000	0.000	0.000	31.498	4.858

1.00 Kg/Cm2			1.50 Kg/Cm2			2.00 Kg/Cm2		
Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)	Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)	Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)
0.050	0.008	0.000	0.050	0.065	0.000	0.050	0.091	0.000
0.450	0.350	-0.004	0.450	0.486	-0.006	0.450	0.586	-0.004
0.850	0.408	-0.010	0.850	0.568	-0.010	0.850	0.698	-0.010
1.250	0.442	-0.014	1.250	0.619	-0.014	1.250	0.776	-0.014
1.650	0.471	-0.018	1.650	0.651	-0.016	1.650	0.838	-0.018
2.050	0.506	-0.020	2.050	0.695	-0.020	2.050	0.904	-0.022
2.450	0.535	-0.024	2.450	0.741	-0.022	2.450	0.952	-0.024
2.850	0.568	-0.026	2.850	0.781	-0.026	2.850	0.998	-0.028
3.250	0.587	-0.028	3.250	0.806	-0.026	3.250	1.024	-0.030
3.650	0.618	-0.030	3.650	0.852	-0.028	3.650	1.082	-0.032
4.050	0.636	-0.030	4.050	0.883	-0.030	4.050	1.110	-0.034
4.450	0.658	-0.032	4.450	0.913	-0.032	4.450	1.152	-0.036
4.850	0.680	-0.034	4.850	0.941	-0.034	4.850	1.170	-0.038
5.250	0.698	-0.036	5.250	0.960	-0.034	5.250	1.203	-0.040
5.650	0.708	-0.036	5.650	0.985	-0.036	5.650	1.231	-0.042
6.050	0.716	-0.038	6.050	1.002	-0.036	6.050	1.258	-0.044
6.450	0.728	-0.038	6.450	1.014	-0.038	6.450	1.285	-0.046
6.850	0.742	-0.040	6.850	1.032	-0.038	6.850	1.309	-0.046
7.250	0.752	-0.040	7.250	1.042	-0.040	7.250	1.332	-0.048
7.650	0.760	-0.040	7.650	1.051	-0.040	7.650	1.350	-0.050
8.050	0.766	-0.040	8.050	1.068	-0.040	8.050	1.366	-0.050
8.450	0.770	-0.040	8.450	1.077	-0.042	8.450	1.377	-0.052
8.850	0.778	-0.042	8.850	1.082	-0.042	8.850	1.390	-0.052
9.250	0.781	-0.042	9.250	1.073	-0.042	9.250	1.405	-0.054
9.650	0.776	-0.042	9.650	1.073	-0.042	9.650	1.425	-0.054
10.050	0.770	-0.042	10.050	1.076	-0.044	10.050	1.441	-0.054
10.450	0.756	-0.042	10.450	1.087	-0.044	10.450	1.449	-0.056

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER E. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CÉSAR CORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

10.850	0.749	-0.042	10.850	1.093	-0.044	10.850	1.440	-0.056
11.250	0.748	-0.042	11.250	1.101	-0.044	11.250	1.420	-0.056
11.650	0.749	-0.042	11.650	1.103	-0.046	11.650	1.419	-0.058
12.050	0.754	-0.044	12.050	1.105	-0.046	12.050	1.428	-0.058
12.450	0.756	-0.044	12.450	1.101	-0.046	12.450	1.429	-0.058
12.850	0.763	-0.044	12.850	1.098	-0.046	12.850	1.440	-0.058
13.250	0.765	-0.044	13.250	1.096	-0.046	13.250	1.443	-0.060
13.650	0.769	-0.044	13.650	1.098	-0.048	13.650	1.433	-0.060
14.050	0.768	-0.046	14.050	1.095	-0.048	14.050	1.424	-0.060
14.450	0.772	-0.046	14.450	1.094	-0.048	14.450	1.419	-0.060
14.850	0.776	-0.046	14.850	1.092	-0.048	14.850	1.418	-0.060
15.250	0.775	-0.046	15.250	1.091	-0.048	15.250	1.413	-0.060
15.650	0.781	-0.046	15.650	1.091	-0.050	15.650	1.417	-0.062
16.050	0.780	-0.048	16.050	1.089	-0.050	16.050	1.414	-0.062
16.450	0.782	-0.048	16.450	1.093	-0.050	16.450	1.411	-0.062
16.850	0.784	-0.048	16.850	1.095	-0.050	16.850	1.411	-0.062
17.250	0.784	-0.048	17.250	1.097	-0.050	17.250	1.411	-0.062
17.650	0.785	-0.048	17.650	1.097	-0.052	17.650	1.413	-0.064
18.050	0.786	-0.048	18.050	1.101	-0.052	18.050	1.407	-0.064
18.450	0.785	-0.048	18.450	1.104	-0.052	18.450	1.406	-0.064
18.850	0.785	-0.048	18.850	1.100	-0.052	18.850	1.404	-0.064
19.250	0.783	-0.050	19.250	1.101	-0.052	19.250	1.398	-0.064
19.650	0.785	-0.050	19.650	1.106	-0.052	19.650	1.401	-0.064

V°B°
LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000016

COLUMNA ESTATIGRAFICA

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -1
FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

SIMBOLO (SUCS)	PROF. (m)	SIMBOLO GRAFICO	FALDA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	E [MPa]
ML	0 – 1			material limoso arenoso, pobre a malo, A-4 suelo limoso Profundidad 1.00mt. Limo de baja plasticidad arenoso suelo de particulas finas					
SP-SM	1 – 2.3			**Clasificación AAHSTO** **Material granular** Excelente a bueno como subgrado A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena Valor del índice de grupo (IG): 0 Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) FINOS **9.15** % Suelo de partículas gruesas.(Nomenclatura Arena mal graduada con limo SP SM	M-2	2.50	23.63	0.00	

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

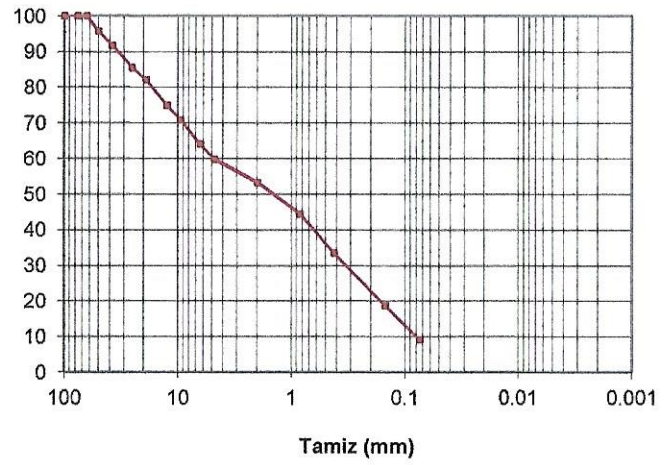
GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

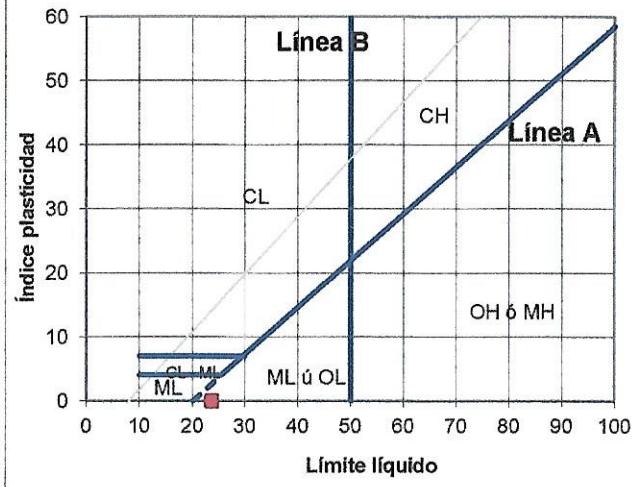
Tamiz	3 1/2"	3	2 1/2"	2	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	4	10	20	40	100	200	pasa
(mm)	100	76.20	63.50	50.60	38.10	25.40	19.050	12.500	9.525	6.350	4.760	2.000	0.840	0.420	0.149	0.074	
Peso retenido	0.00	0.00	0.00	285.00	282.00	428.00	236.0	494.0	278.00	476.00	287.00	58.90	80.70	98.90	133.30	86.40	82.80
Retenido parcial (%)	0.00	0.00	0.00	4.14	4.10	6.22	3.43	7.18	4.04	6.92	4.17	6.51	8.92	10.93	14.73	9.55	9.15
Retenido acumulado (%)	0.00	0.00	0.00	4.14	8.24	14.46	17.89	25.07	29.11	36.03	40.20	46.71	55.63	66.56	81.30	90.85	100.00
(%) que pasa	100.00	100.00	100.00	95.86	91.76	85.54	82.11	74.93	70.89	63.97	59.80	53.29	44.37	33.44	18.70	9.15	0.00

Límite líquido LL	23.63	%	Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	59.80	%	Material granular	Clasificación AAHSTO	
Límite plastico LP	0.00	%	Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	9.15	%	Excelente a bueno como subgrado		
Índice plasticidad IP	0.00	%	D_{60}:	4.84	mm	A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena		
			D_{30}:		mm	Valor del índice de grupo (IG):	0	
			D_{10} (diámetro efectivo):	90.56	mm	Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)		
			Coeficiente de uniformidad (Cu):			Suelo de partículas gruesas.(Nomenclatura con símbolo doble).		
			Grado de curvatura (Cc):			Arena mal graduada con limo SP SM		

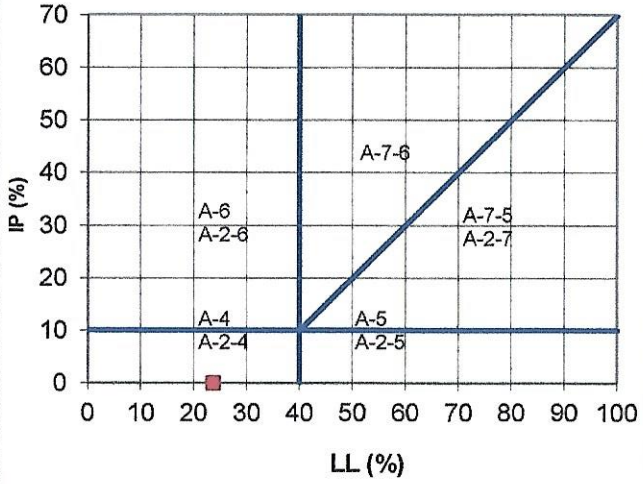
Granulometría



Ábaco de Casagrande



Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -1

FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 61870
SUPERVISOR DE OBRA

000017

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000018

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA

: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -1

FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

DENSIDAD RELATIVA

Datos de muestra : : Material In Situ

Prof. (m.) : 2.30 mt.

DATOS

ENSAYO N°	1			
Densidad Seca in Situ (Dd) gr/cc	1.781			
Densidad Minima (Dmin) gr/cc	1.560			
Densidad Maxima (Dmax) gr/cc	1.972			
DENSIDAD RELATIVA (Dr) gr/cc	59.32			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 2.50 %

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81570
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA
UBICACIÓN : IN-SITU CALICATA C -1
FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

CONTROL DE COMPACTACIÓN DEL SUELO

DESCRIPCION	DETALLE				
LUGAR					
REFERENCIA	CAPACIDAD PORTANTE				
PROGRESIVA	P-01				
FECHA DE CONTROL					
% HUMEDAD	2.50				
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,825				
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,781				
MAX. DENSIDAD SECA (LABORATORIO) (gr/cm3)	1.972				
% HUMEDAD OPTIMA					
% DE COMPACTACION OBTENIDA					
% DE COMPACTACION ESPECIFICADA					
ESPESOR CONTROLADO (m)	0.10				
RECOMPACTADO (R)	-				

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -1
FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

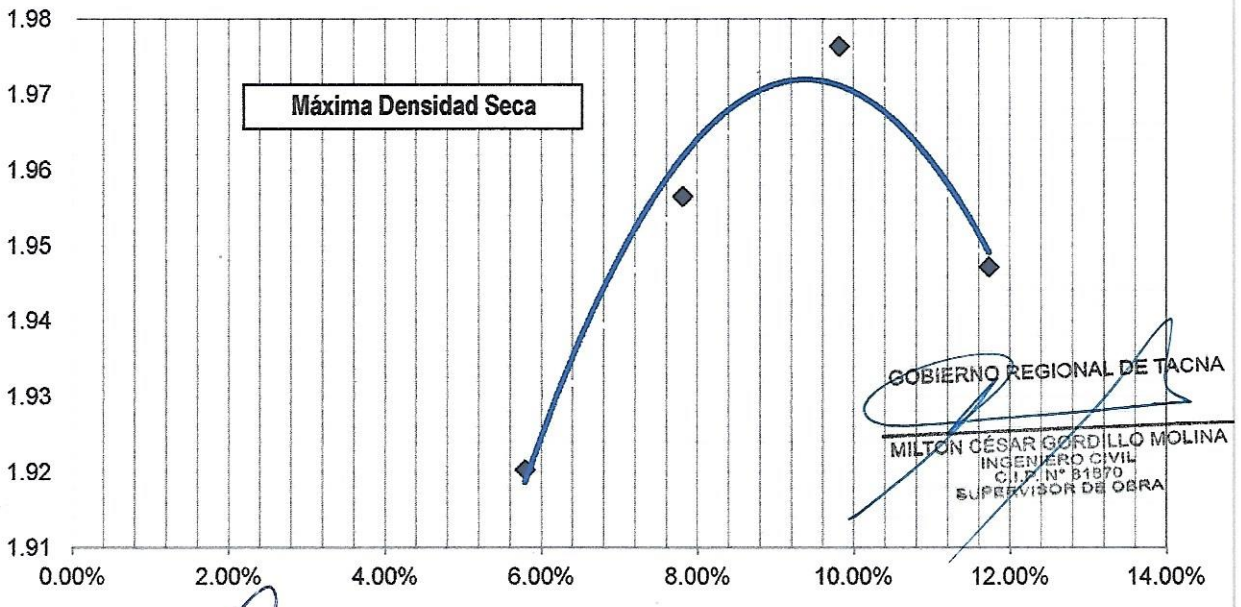
Determinación Nº	01	02	03	04	
Peso del Molde + Muestra	9,588	9,751	9,879	9,890	
Peso del Molde	5,330	5,330	5,330	5,330	
Peso de la Muestra Compacta	4,258	4,421	4,549	4,560	
Volumen del Molde	2,096	2096	2096	2096	
Densidad Húmeda	2.031	2.109	2.170	2.176	
Densidad Seca	1.920	1.957	1.976	1.947	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro Nº	01		02		03		04			
Peso del Tarro										
Peso del tarro + Suelo Húmedo	365.70		214.10		266.40		233.40			
Peso del tarro + Suelo Seco	345.70		198.60		242.60		208.90			
Peso del Agua	20.00		15.50		23.80		24.50			
Peso del suelo seco	345.70		198.60		242.60		208.90			
Contenido de Humedad	5.79%		7.80%		9.81%		11.73%			
Promedio de Humedad	5.79%		7.80%		9.81%		11.73%			

DENSIDAD MAXIMA	1.972 *gr/cc*	*OPTIMA HUMEDAD*	9.37%

ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR



GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

Observaciones : *1.972 gr/cc* *Optima Humedad =* *9.37* **%**

GERENCIA GENERAL REGIONAL

000021

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA

: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -1

FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

DENSIDAD MINIMA

Datos de muestra : : Material In Situ

Prof. (m.) : 2.30 mt.

DATOS

ENSAYO Nº	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (gr.)	11320.0	11323.0	11317.0	
PESO DEL MOLDE (gr.)	6682.5	6682.5	6682.5	
PESO DE LA MUESTRA	4637.5	4640.5	4634.5	
VOLUMEN DEL MOLDE	2973.0	2973.0	2973.0	
PESO UNITARIO	1.560	1.561	1.559	
PROMEDIO PONDERADO (KG/M3.)	1.560			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 2.50 %

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 81870
SUPERVISOR DE OBRA

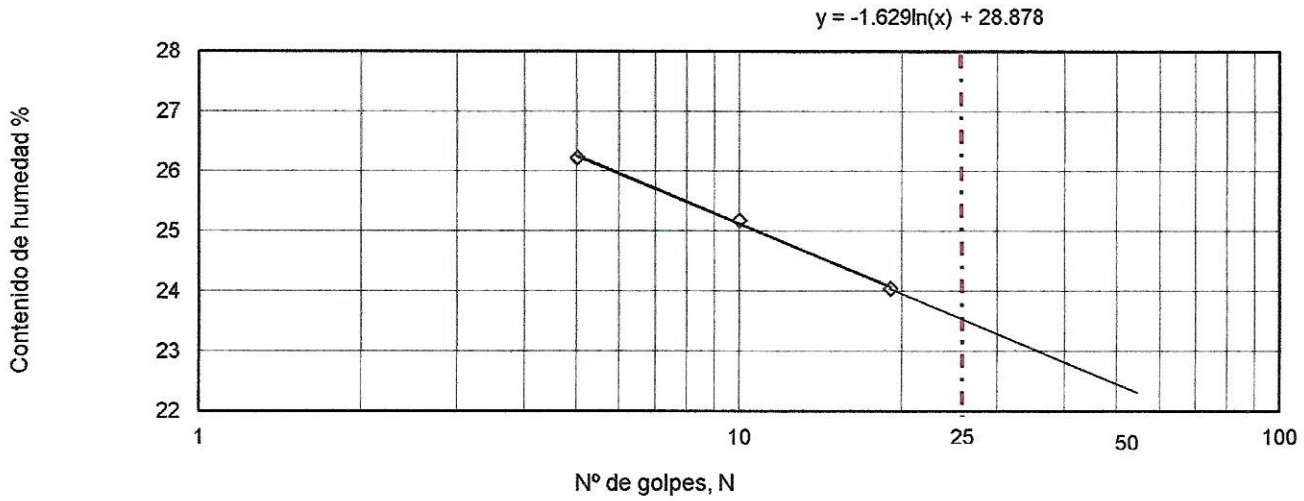
LIMITES DE CONSISTENCIA

MTC E 110, 111

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -1
FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Ensayo Nº	1	2	3		
Peso del suelo humedo+tara	**35.18**	**33.79**	**32.83**		
Peso del suelo seco+tara	**29.93**	**28.69**	**27.86**		
Peso de tara	**8.10**	**8.44**	**8.91**		
Peso del suelo seco	21.83	20.25	18.95		
Peso de agua	5.25	5.10	4.97		
Contenido de humedad %	24.05	25.19	26.23		
Numero de golpes, N	**19**	**10**	**5**		



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Ensayo Nº					
Peso del suelo humedo+tara					
Peso del suelo seco+tara					
Peso de tara					
Peso del suelo seco					
Peso de agua					
Contenido de humedad %					

LIMITE LIQUIDO (LL) =	**23.63**	%
LIMITE PLASTICO (LP) =		%
INDICE DE PLASTICIDAD (IP) =		%

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 81979
SUPERVISOR DE OBRA

HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -1

FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

HUMEDAD NATURAL

TARRO Nº	1	2		
PESO DE TARRO	120.70			
SUELO HUMEDO + TARA	675.20			
SUELO SECO + TARA	661.70			
PESO DEL AGUA	13.50			
PESO SUELO SECO NETO	541.00			
PORCENTAJE DE HUMEDAD	2.50			
PROMEDIO %	2.50			

OBSERVACIONES: Material muestreado en calicata.

V°B° LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA

: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -1

FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

AGREGADO FINO

A	PESO MAT. SAT. SUPERF. SECO (en aire)	433.10		
B	PESO MATRAZ+ H2O AL ENRASE	1284.60		
C	PESO MATRAZ+ MUEST.+ H2O AL ENRASE	1555.60		
D	VOL. DE MASAS + VOL. VACIOS	162.10		
E	PESO DE MAT. SECO EN ESTUFA (105ºC)			
F	VOLUMEN DE MASA	157.90		
P.E BULK (BASE SECA)		2.65		**2.65**
P.E. BULK (base saturada)		2.67		**2.67**

NOTA

Material muestreado en obra.

La interpretación de los resultados es responsabilidad del usuario.

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CÉSAR CORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

ENSAYOS CALICATA Nº 2



CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -2
FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

PROPIEDADES :		
Cohesion c (Kg/cm2) :	0.106	
Angulo de friccion (deg) :	28.17	
Peso Especifico (Kg/cm3) :	0.00171	
Factor de seguridad :	3	

DIMENSIONES :	Cimientos	Zapatas
Ancho B (cm) :	60	200
Profundidad Df (cm) :	100	200

Nc =	14.51
Nq =	6.18
N =	5.126

A.- PARA CIMIENTOS CORRIDOS

qult = (c * Nc) + (* Df * Nq) +(1/2 * * B * N)

q ult = 2.34 Kg/cm2

Valores de B	qult
40	2.25
50	2.30
60	2.34
70	2.38
80	2.43

q adm = 0.78 Kg/cm2

A.- PARA ZAPATAS CUADRADAS

qult = (1.2 * c * Nc) + (* Df * Nq) +(0.4 * * B * N)

q ult = 4.04 Kg/cm2

Valores de B	qult
180	4.04
190	4.04
200	4.04
210	4.04
220	4.04

q adm = 1.35 Kg/cm2

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y SONSAETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA

: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

				Cimentacion Corrida				Cimentacion Cuadrada				Cimentacion Circular			
				Qc=((c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.5*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.4*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.6*&*B*N&)			
DESCRIPCION	UNIDAD	C-2	C-1	Df	B	C. Corrida		Df	B	C.Cuadrada		Df	B	C. Circular	
Profundidad	Mt.	2.80	2.80	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)
Clasificacion	SUCS	SM	SM	80	40	2.04	0.68	60	80	2.14	0.71	60	80	2.38	0.79
Clasificacion	AASHTO	A-1-b	A-1-b	80	50	2.09	0.70	60	90	2.17	0.72	60	90	2.43	0.81
Densidad Seca in Situ (Dd)	gr/cc	1.711	0.001711	80	60	2.13	0.71	60	100	2.21	0.74	60	100	2.49	0.83
Densidad Minima (Dmin)	gr/cc	1.533	0.001533	80	70	2.17	0.72	60	120	2.28	0.76	60	120	2.59	0.86
Densidad Maxima (Dmax)	gr/cc	1.894	0.001894	80	80	2.22	0.74	60	150	2.38	0.79	60	150	2.75	0.92
Densidad Relativa (Dr)	gr/cc	54.47	54.47	100	40	2.25	0.75	100	80	2.56	0.85	100	80	2.80	0.93
Angulo de Friccion (O)	G	28.17	28.17	100	50	2.30	0.77	100	90	2.60	0.87	100	90	2.86	0.95
Cohesion	kg/cc	0.1055	0.1055	100	60	2.34	0.78	100	100	2.63	0.88	100	100	2.91	0.97
Densidad Humeda in situ (Ds)	gr/cc	1817.00	1.81700	100	70	2.24	0.75	100	120	2.70	0.90	100	120	3.02	1.01
Nc Factor de Capacidad de Carga	S/D	14.51	14.51	100	80	2.43	0.81	100	150	2.81	0.94	100	150	3.17	1.06
Nq Factor de Capacidad de Carga	S/D	6.18	6.18	120	40	2.46	0.82	150	80	3.09	1.03	150	80	3.33	1.11
N& Factor de Capacidad de Carga	S/D	5.13	5.13	120	50	2.51	0.84	150	90	3.13	1.04	150	90	3.39	1.13
FACTOR DE SEGURIDAD	3			120	60	2.55	0.85	150	100	3.16	1.05	150	100	3.44	1.15
	19.6			120	70	2.60	0.87	150	120	3.23	1.08	150	120	3.54	1.18
Tipo de Falla	Falla Local			120	80	2.64	0.88	150	150	3.34	1.11	150	150	3.70	1.23
				140	40	2.68	0.89	180	80	3.41	1.14	180	80	3.65	1.22
				140	50	2.72	0.91	180	90	3.44	1.15	180	90	3.70	1.23
				140	60	2.76	0.92	180	100	3.48	1.16	180	100	3.76	1.25
				140	70	2.81	0.94	180	150	3.65	1.22	180	120	3.86	1.29
				140	80	2.85	0.95	180	180	3.76	1.25	180	150	4.02	1.34
				180	40	3.10	1.03	200	80	3.62	1.21	220	80	4.07	1.36
				180	50	3.14	1.05	200	100	3.69	1.23	220	90	4.13	1.38
				180	60	3.19	1.06	200	150	3.87	1.29	220	100	4.18	1.39
				220	70	3.65	1.22	200	180	3.97	1.32	220	120	4.28	1.43
				220	80	3.70	1.23	200	200	4.04	1.35	220	150	4.44	1.48
				220	40	3.52	1.17	250	80	4.15	1.38	260	80	4.50	1.50
				280	50	4.20	1.40	250	100	4.22	1.41	260	90	4.55	1.52
				280	60	4.24	1.41	250	150	4.39	1.46	260	100	4.60	1.53
				280	70	4.29	1.43	250	200	4.57	1.52	260	120	4.71	1.57
				280	80	4.33	1.44	250	250	4.74	1.58	260	150	4.86	1.62

V°B° LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR CORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81679
SUPERVISOR DE OBRA

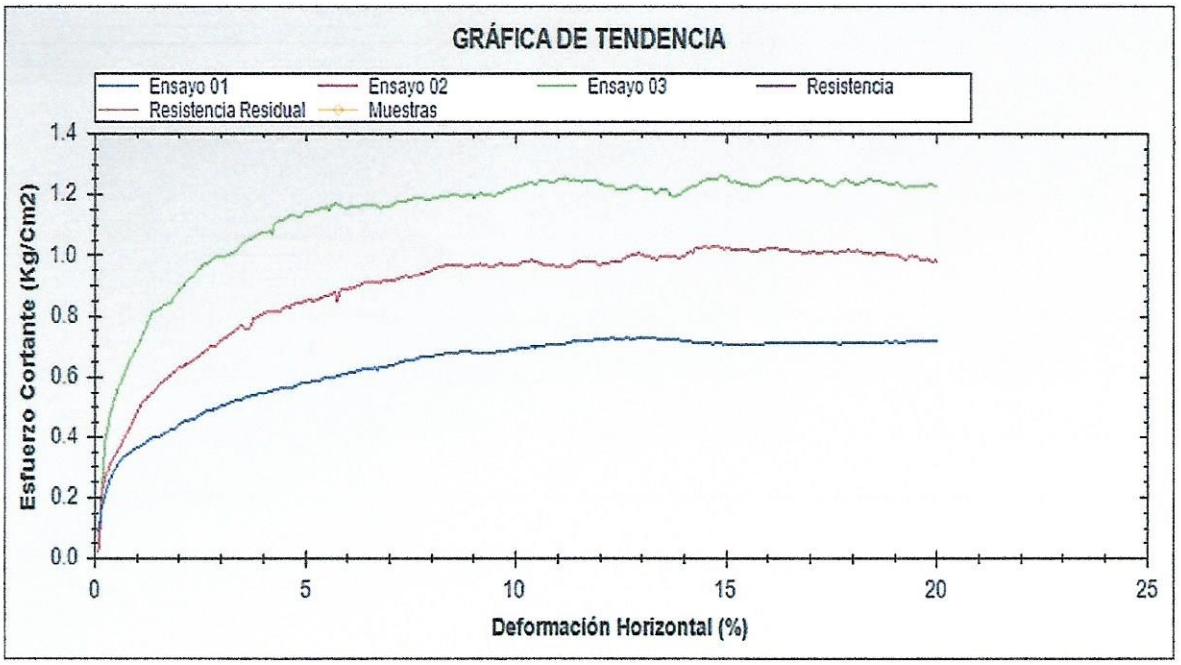
GERENCIA GENERAL REGIONAL

0FICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

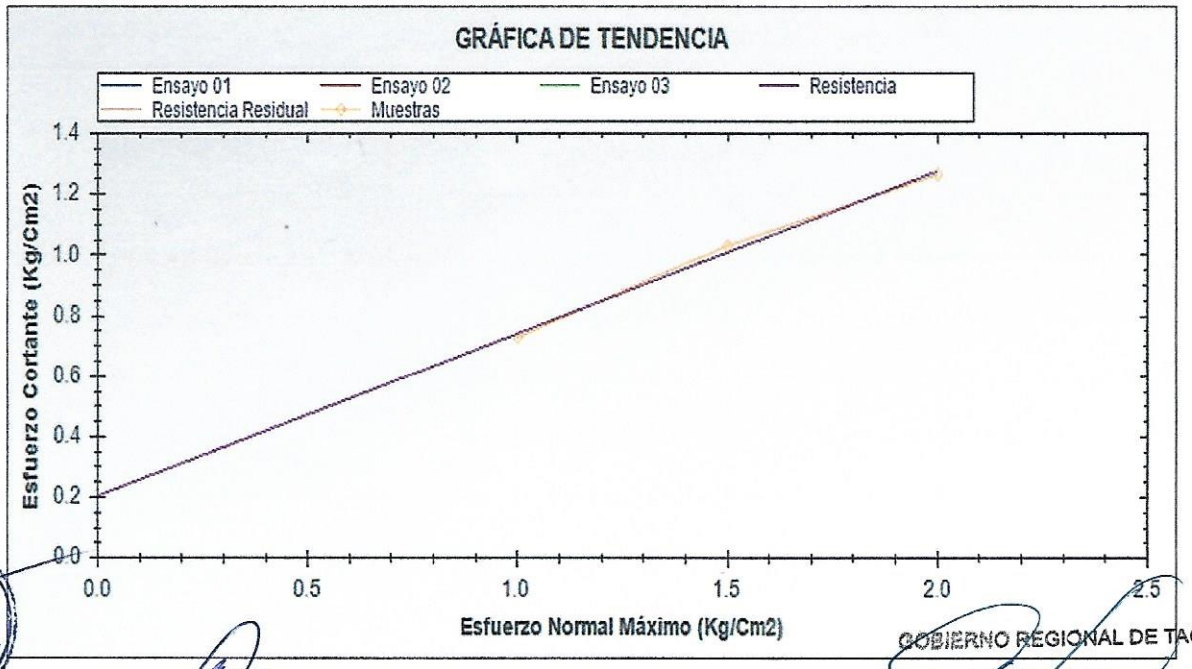
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo	: ENSAYO-001		
Norma	: ASTM D - 3080		
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE L HOSPITAL		
	: HIPOLITO UNANUE DE TACNA		
Solicitante	: UNIDAD FORMULADORA		
Fecha	: 22/10/2013	Hora	: 03:40:58 p.m.
Exploración	: EX-002	Muestra	: MUES-001
Freático	: PNF-001	Estrato	: PE-001
Cohesión	: 0.2055	Ángulo	: 28.1690

ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs DEFORMACIÓN HORIZONTAL(Cm)



ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs ESFUERZO NORMAL MÁXIMO(Kg/Cm2)



LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

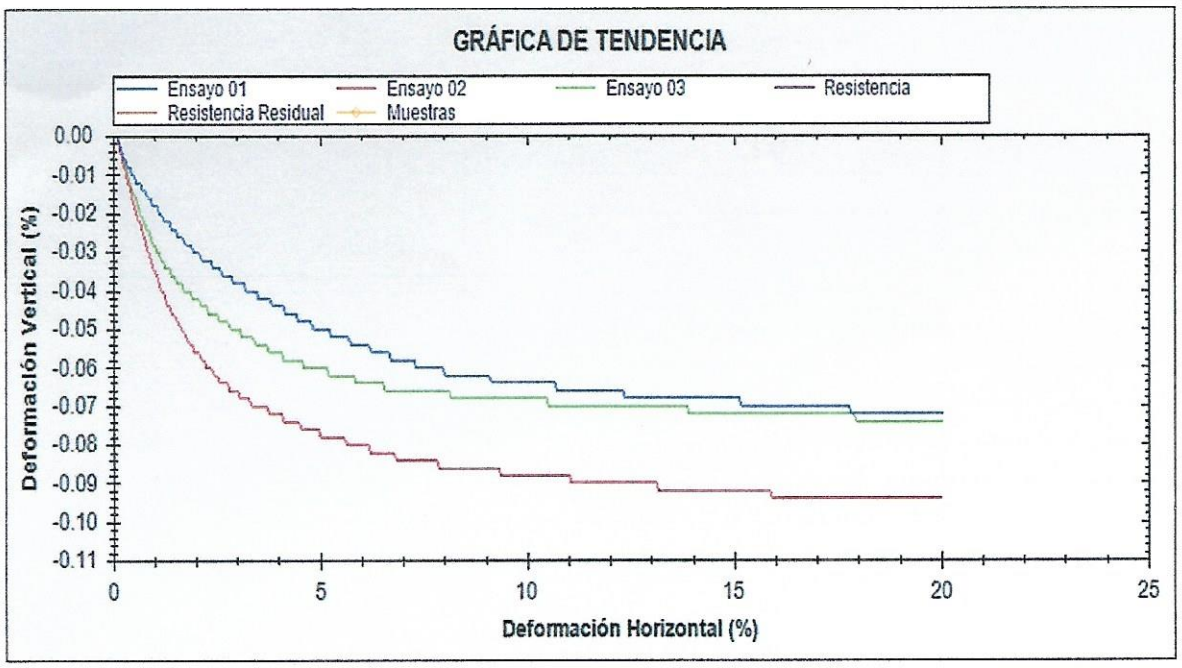
GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

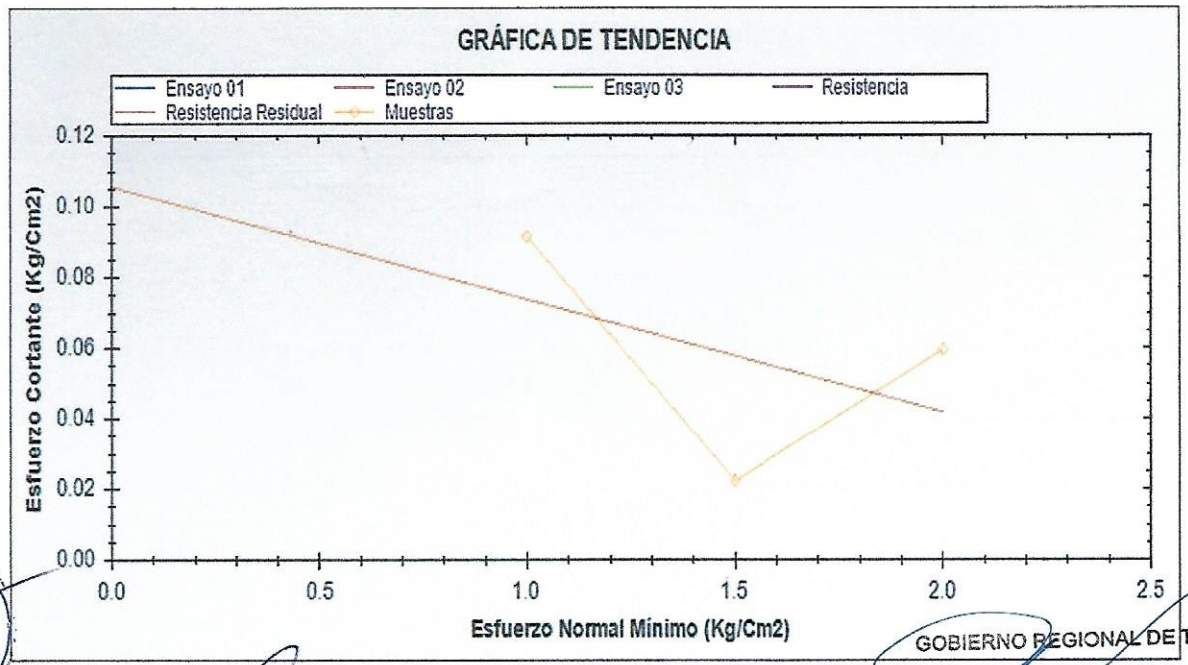
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo	: ENSAYO-001		
Norma	: NORMA - ASTM D - 302		
Solicitante	: Hospital c-2		
Proyecto	: 00125		
Fecha	: 22/10/2013	Hora	: 03:40:58 p.m.
Exploración	: EX-002	Muestra	: MUES-001
Freático	: PNF-001	Estrato	: PE-001
Cohesión	: 0.1056	Ángulo	: -1.8249

DEFORMACIÓN VERTICAL(Cm) vs DEFORMACION HORIZONTAL(Cm)



ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs ESFUERZO NORMAL MÍNIMO(Kg/Cm2)



LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

0FICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo	: ENSAYO-001		
Norma	: ASTM D - 3080		
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE L HOSPITAL		
	: HIPOLITO UNANUE DE TACNA		
Solicitante	: UNIDAD FORMULADORA		
Fecha	: 22/10/2013	Hora	: 03:40:58 p.m.
Exploración	: EX-002	Muestra	: MUES-001
Freático	: PNF-001	Estrato	: PE-001
Cohesión	: -	Ángulo	: -

Esfuerzo Normal (Kg/Cm2)	1.00 Kg/Cm2		1.50 Kg/Cm2		2.00 Kg/Cm2	
Etapa	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.
Esfuerzo Cortante (Kg/Cm2)	0.730	0.091	1.031	0.022	1.265	0.060
Fuerza Cortante (Kg)	9.768	10.490	9.926	0.808	7.004	11.258
Cohesión	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	0.106
Ángulo Fricción (°)	0.000	0.000	0.000	0.000	28.169	-1.825

1.00 Kg/Cm2			1.50 Kg/Cm2			2.00 Kg/Cm2		
Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)	Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)	Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)
0.050	0.091	0.000	0.050	0.022	0.000	0.050	0.060	0.000
0.450	0.291	-0.010	0.450	0.337	-0.016	0.450	0.528	-0.014
0.850	0.351	-0.016	0.850	0.442	-0.030	0.850	0.663	-0.024
1.250	0.389	-0.022	1.250	0.537	-0.042	1.250	0.783	-0.034
1.650	0.413	-0.026	1.650	0.591	-0.050	1.650	0.837	-0.038
2.050	0.449	-0.030	2.050	0.634	-0.056	2.050	0.895	-0.042
2.450	0.473	-0.034	2.450	0.667	-0.062	2.450	0.953	-0.046
2.850	0.496	-0.036	2.867	0.703	-0.066	2.850	0.994	-0.050
3.250	0.518	-0.040	3.250	0.745	-0.068	3.250	1.008	-0.052
3.650	0.536	-0.042	3.650	0.760	-0.070	3.650	1.053	-0.054
4.050	0.547	-0.044	4.050	0.812	-0.072	4.050	1.074	-0.056
4.450	0.565	-0.048	4.450	0.825	-0.074	4.450	1.116	-0.058
4.850	0.578	-0.050	4.850	0.844	-0.076	4.850	1.130	-0.060
5.250	0.586	-0.052	5.250	0.853	-0.078	5.250	1.149	-0.062
5.650	0.599	-0.052	5.650	0.874	-0.080	5.650	1.166	-0.062
6.050	0.616	-0.054	6.050	0.891	-0.080	6.050	1.159	-0.064
6.450	0.627	-0.056	6.450	0.911	-0.082	6.450	1.164	-0.064
6.850	0.635	-0.058	6.850	0.915	-0.084	6.850	1.160	-0.066
7.250	0.648	-0.058	7.250	0.926	-0.084	7.250	1.181	-0.066
7.650	0.662	-0.060	7.650	0.935	-0.084	7.650	1.191	-0.066
8.050	0.668	-0.062	8.050	0.955	-0.086	8.050	1.187	-0.066
8.450	0.677	-0.062	8.450	0.968	-0.086	8.450	1.199	-0.068
8.850	0.683	-0.062	8.850	0.961	-0.086	8.850	1.202	-0.068
9.250	0.677	-0.064	9.250	0.968	-0.086	9.250	1.199	-0.068
9.650	0.685	-0.064	9.650	0.972	-0.088	9.650	1.208	-0.068
10.050	0.694	-0.064	10.050	0.970	-0.088	10.050	1.230	-0.068
10.450	0.698	-0.064	10.450	0.981	-0.088	10.450	1.235	-0.068

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870

10.850	0.705	-0.066	10.850	0.967	-0.088	10.850	1.240	-0.070
11.250	0.714	-0.066	11.250	0.962	-0.090	11.250	1.249	-0.070
11.650	0.718	-0.066	11.650	0.982	-0.090	11.650	1.246	-0.070
12.050	0.723	-0.066	12.050	0.973	-0.090	12.050	1.232	-0.070
12.450	0.725	-0.068	12.450	0.978	-0.090	12.450	1.219	-0.070
12.850	0.726	-0.068	12.850	1.002	-0.090	12.850	1.229	-0.070
13.250	0.728	-0.068	13.250	0.990	-0.092	13.250	1.210	-0.070
13.650	0.722	-0.068	13.650	0.998	-0.092	13.650	1.201	-0.070
14.050	0.716	-0.068	14.050	1.006	-0.092	14.050	1.218	-0.072
14.450	0.711	-0.068	14.450	1.029	-0.092	14.450	1.247	-0.072
14.850	0.710	-0.068	14.850	1.024	-0.092	14.850	1.265	-0.072
15.250	0.708	-0.070	15.250	1.018	-0.092	15.250	1.242	-0.072
15.650	0.707	-0.070	15.650	1.014	-0.092	15.650	1.232	-0.072
16.050	0.710	-0.070	16.050	1.023	-0.094	16.050	1.254	-0.072
16.450	0.711	-0.070	16.450	1.020	-0.094	16.450	1.245	-0.072
16.850	0.710	-0.070	16.850	1.009	-0.094	16.850	1.243	-0.072
17.250	0.713	-0.070	17.250	1.010	-0.094	17.250	1.244	-0.072
17.650	0.708	-0.070	17.650	1.010	-0.094	17.650	1.243	-0.072
18.050	0.711	-0.072	18.050	1.014	-0.094	18.050	1.233	-0.074
18.450	0.712	-0.072	18.450	1.004	-0.094	18.450	1.249	-0.074
18.850	0.714	-0.072	18.850	1.003	-0.094	18.850	1.234	-0.074
19.250	0.715	-0.072	19.250	0.987	-0.094	19.250	1.223	-0.074
19.650	0.717	-0.072	19.650	0.985	-0.094	19.650	1.226	-0.074

V°B°
LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

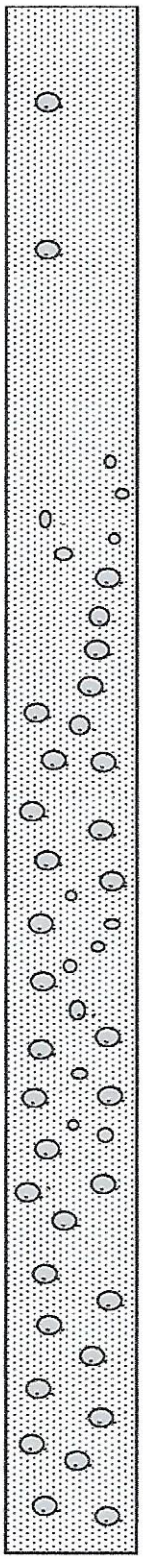
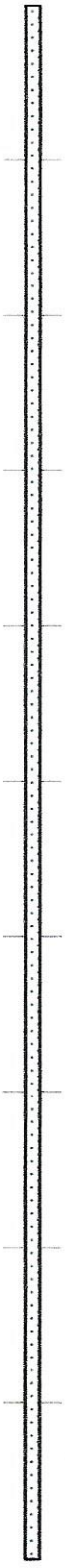
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

COLUMNA ESTATIGRAFICA

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -2
FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

SIMBOLO (SUCS)	PROF. (m)	SIMBOLO GRAFICO	FALDA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	E [MPa]
SM	0 – 2.8			profudidad 2.80m. **Clasificación AAHSTO** **Material limoso-arenoso** Pobre a malo como subgrado A-4 Suelo limoso Valor del índice de grupo (IG): 0 Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) FINOS **39.96** % Suelo de partículas gruesas. Suelo de Arena limosa SM	M-1	6.20	24.05	0.37	

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81370
SUPERVISOR DE OBRA

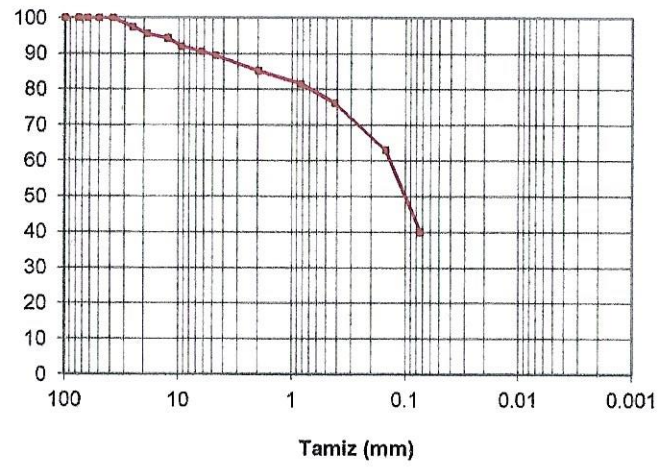
GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

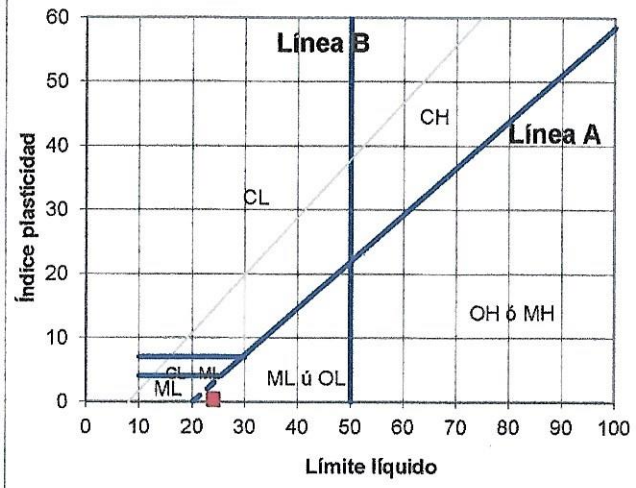
Tamiz	3 1/2"	3	2 1/2"	2	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	4	10	20	40	100	200	pasa
(mm)	100	76.20	63.50	50.60	38.10	25.40	19.050	12.500	9.525	6.350	4.760	2.000	0.840	0.420	0.149	0.074	
Peso retenido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	176.00	132.0	88.0	162.00	98.00	78.00	31.90	27.50	39.60	98.90	170.80	297.20
Retenido parcial (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.51	1.88	1.26	2.31	1.40	1.11	4.29	3.70	5.32	13.30	22.96	39.96
Retenido acumulado (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.51	4.39	5.65	7.96	9.36	10.47	14.76	18.46	23.78	37.08	60.04	100.00
(%) que pasa	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	97.49	95.61	94.35	92.04	90.64	89.53	85.24	81.54	76.22	62.92	39.96	0.00

Límite líquido LL	24.05	%	Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	89.53	%	Material limoso-arenoso	Clasificación AAHSTO
Límite plastico LP	23.68	%	Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	39.96	%	Pobre a malo como subgrado	
Índice plasticidad IP	0.37	%	D_{60}:	0.14	mm	A-4 Suelo limoso	
			D_{30}:		mm	Valor del índice de grupo (IG):	0
			D_{10} (diámetro efectivo):		mm	Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
			Coeficiente de uniformidad (Cu):			Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	
			Grado de curvatura (Cc):			Arena limosa SM	

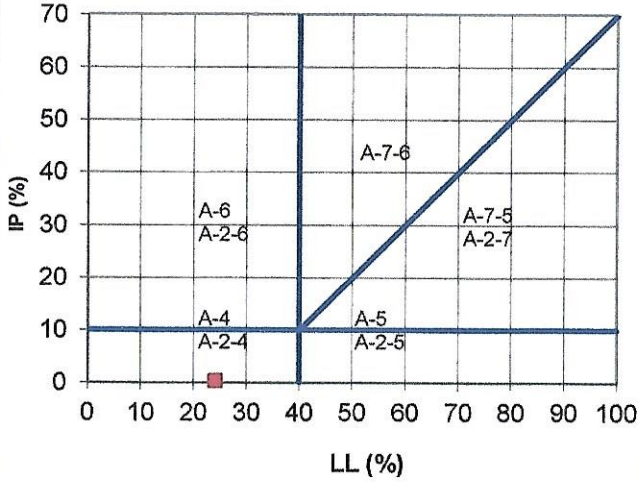
Granulometría



Ábaco de Casagrande



Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -2

FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

000633

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000034

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA

: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -2

FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

DENSIDAD RELATIVA

Datos de muestra : : Material In Situ

Prof. (m.) : 2.30 mt.

DATOS

ENSAYO Nº	1			
Densidad Seca in Situ (Dd) gr/cc	1.711			
Densidad Minima (Dmin) gr/cc	1.533			
Densidad Maxima (Dmax) gr/cc	1.894			
DENSIDAD RELATIVA (Dr) gr/cc	54.47			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 6.20 %

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 91870
SUPERVISOR DE OBRA

000035

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA
UBICACIÓN : IN-SITU CALICATA C -2
FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

CONTROL DE COMPACTACIÓN DEL SUELO

DESCRIPCION	DETALLE				
LUGAR					
REFERENCIA	CAPACIDAD PORTANTE				
PROGRESIVA	P-01				
FECHA DE CONTROL					
% HUMEDAD	6.20				
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,817				
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,711				
MAX. DENSIDAD SECA (LABORATORIO) (gr/cm3)	1.894				
% HUMEDAD OPTIMA					
% DE COMPACTACION OBTENIDA					
% DE COMPACTACION ESPECIFICADA					
ESPESOR CONTROLADO (m)	0.10				
RECOMPACTADO (R)	-				

VoBo LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -2
FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

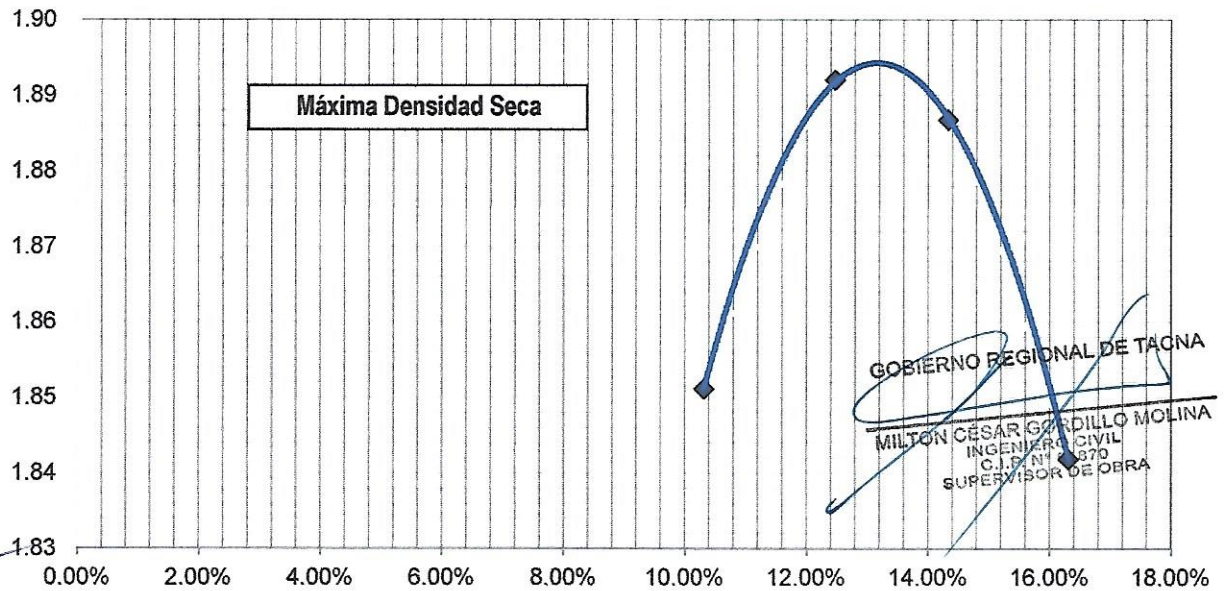
Determinación Nº	01	02	03	04	
Peso del Molde + Muestra	9,610	9,790	9,851	9,820	
Peso del Molde	5,330	5,330	5,330	5,330	
Peso de la Muestra Compacta	4,280	4,460	4,521	4,490	
Volumen del Molde	2,096	2096	2096	2096	
Densidad Húmeda	2.042	2.128	2.157	2.142	
Densidad Seca	1.851	1.892	1.887	1.842	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro Nº	01		02		03		04			
Peso del Tarro										
Peso del tarro + Suelo Húmedo	230.10		231.90		316.90		244.00			
Peso del tarro + Suelo Seco	208.60		206.20		277.20		209.80			
Peso del Agua	21.50		25.70		39.70		34.20			
Peso del suelo seco	208.60		206.20		277.20		209.80			
Contenido de Humedad	10.31%		12.46%		14.32%		16.30%			
Promedio de Humedad	10.31%		12.46%		14.32%		16.30%			

DENSIDAD MAXIMA	1.894 *gr/cc*	*OPTIMA HUMEDAD*	13.16%

ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR



GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GARDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 86370
SUPERVISOR DE OBRA

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

Observaciones : *1.894 gr/cc* *Optima Humedad = 13.16 %*

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000037

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA

: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -2

FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

DENSIDAD MINIMA

Datos de muestra : : Material In Situ

Prof. (m.) : 2.30 mt.

DATOS

ENSAYO Nº	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (gr.)	11265.0	11210.0	11248.0	
PESO DEL MOLDE (gr.)	6682.5	6682.5	6682.5	
PESO DE LA MUESTRA	4582.5	4527.5	4565.5	
VOLUMEN DEL MOLDE	2973.0	2973.0	2973.0	
PESO UNITARIO	1.541	1.523	1.536	
PROMEDIO PONDERADO (KG/M3.)	1.533			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 6.20 %

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000038

LIMITES DE CONSISTENCIA

MTC E 110, 111

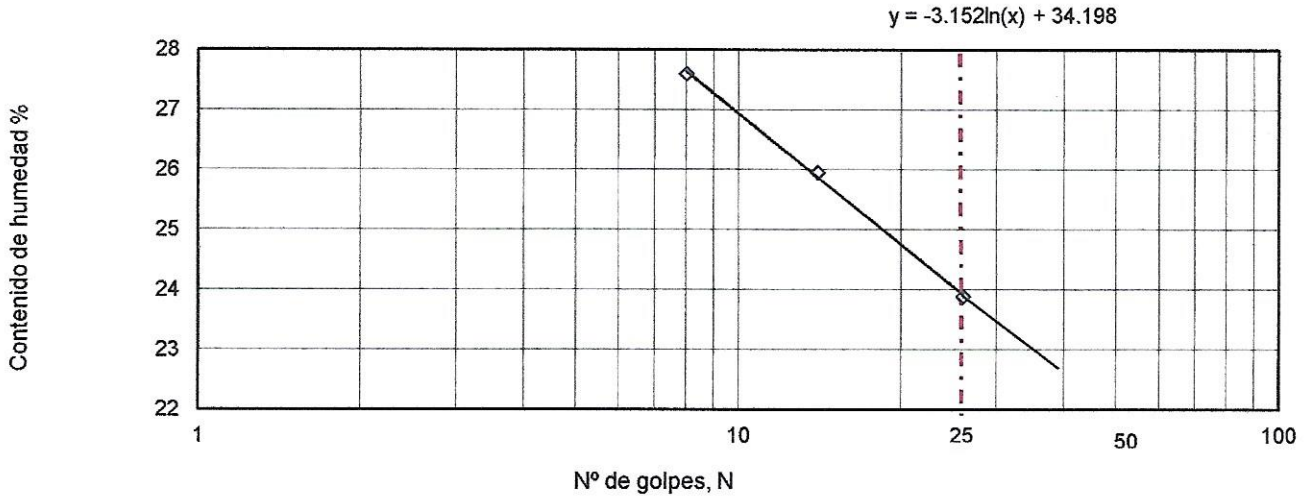
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -2

FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Ensayo Nº	1	2	3		
Peso del suelo humedo+tara	**52.97**	**53.39**	**53.88**		
Peso del suelo seco+tara	**48.71**	**48.97**	**49.03**		
Peso de tara	**30.88**	**31.94**	**31.46**		
Peso del suelo seco	17.83	17.03	17.57		
Peso de agua	4.26	4.42	4.85		
Contenido de humedad %	23.89	25.95	27.60		
Numero de golpes, N	**26**	**14**	**8**		



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Ensayo Nº	1	2	3		
Peso del suelo humedo+tara	**10.12**	**10.07**	**11.93**		
Peso del suelo seco+tara	**9.73**	**9.79**	**11.34**		
Peso de tara	**8.10**	**8.59**	**8.86**		
Peso del suelo seco	1.63	1.20	2.48		
Peso de agua	0.39	0.28	0.59		
Contenido de humedad %	23.93	23.33	23.79		

LIMITE LIQUIDO (LL) =	**24.05**	%
LIMITE PLASTICO (LP) =	**23.68**	%
INDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	**0.37**	%

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81970
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPOLITO UNANUE DE TACNA
: DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA C -2

FECHA : TACNA 21 OCTUBRE DEL 2013

HUMEDAD NATURAL

TARRO Nº	1	2		
PESO DE TARRO	226.80			
SUELO HUMEDO + TARA	934.00			
SUELO SECO + TARA	892.70			
PESO DEL AGUA	41.30			
PESO SUELO SECO NETO	665.90			
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.20			
PROMEDIO %	6.20			

OBSERVACIONES: Material muestreado en calicata.

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER E. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81570
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA CIMENTACION

PROYECTO	**MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO REGIÓN TACNA.**
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	**ESTUDIO DE CAPACIDAD PORTANTE**
UBICACIÓN	**DISTRITO DE TACNA - REGIÓN DE TACNA**
FECHA	**TACNA, NOVIEMBRE DEL 2,013**

1.0 GENERALIDADES.

El presente informe que se desarrolla en los parámetros de la mecánica de Suelos, es el resultado obtenido del estudio realizado en la comprensión del área donde se realizara el Mejoramiento de los Servicios de Atención al Usuario de la Dirección de Trabajo y Promoción del Empleo.

El fin principal del estudio que se ha realizado, es el de analizar los suelos que subyacen a la superficie y, ejecutar el respectivo análisis a través del Laboratorio y pruebas in-situ: a fin de obtener la capacidad portante del suelo, y efectuar finalmente las recomendaciones del tipo de cimentaciones a usarse en el proceso constructivo.

1.1 Objetivo del Estudio:

Determinar la Capacidad Portante del Suelo de Fundación para el Proyecto: Mejoramiento de los Servicios de Atención al Usuario de la Dirección de Trabajo y Promoción del Empleo. Por medio de los trabajos de campo a través de dos calicatas y ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo como sus propiedades de resistencia.

1.2 Ubicación del Área de Estudio:

El área de estudio se encuentra en el distrito de Tacna - Región de Tacna

MILTON CESAR CARRILLO MOLINA - INGENIERO CIVIL CIP. 81870 - VºBº

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

02/12/13
11:45 am

2.0 SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO

El suelo en estudio corresponde a la zona 3 de alta sismicidad, según el "Mapa de Zonificación Sísmica del Perú" de acuerdo a las normas de diseño sismo resistente del Reglamento Nacional de Construcción.

3.0 INVESTIGACIONES REALIZADAS

El programa desarrollado en el campo, ha sido elaborado específicamente con la finalidad de obtener información de la conformación existente de la superficie donde se edificará la estructura, así como la formación estratigráfica de los suelos subyacentes, y evaluar a través de la mecánica del medio continuo, las propiedades físicas y mecánicas que tienen éstos, cuando son sometidos a esfuerzos en general.

Las investigaciones se han realizado por medio de una excavación de pozo a cielo abierto, cuya profundidad y ubicación se determinó considerando las probables cargas que se transmitirán, así como presiones de contacto entre cimentaciones y estructuras, de tal manera que se ha elegido la zona de mayor incidencia de fuerzas verticales de acuerdo a los lineamientos del proyecto y datos proporcionados para este fin.

4.0 METODO DE EXPLORACION

El método de exploración empleado, ha sido practicado a través de dos Calicatas a cielo abierto
Las Calicatas tiene profundidad de 2.40 mt desde la rasante actual del terreno, compatibilizando con la magnitud de carga que incidirá en el terreno y la zona activa de presiones.
La ubicación de las Calicatas de sondeo se ha determinado de tal manera que sea representativa dentro de la superficie estudiada y en función a la aplicación de fuerzas y esfuerzos activos exteriores.

5.0 INVESTIGACIONES DE LARORATORIO

Con el objeto de determinar las características físicas y mecánicas de las muestras extraídas del pozo de exploración, se ha procedido a determinar lo siguiente:

ENSAYOS DE CAMPO O IN SITU	NORMAS	
- Densidad Natural húmeda y seca	ASTM D2922	NPT 339.144

ENSAYOS EN LABORATORIO	NORMAS	
- Humedad Natural	ASTM D 2216	NPT 339.127
- Análisis Granulométrico	ASTM D 422	NTP 339.128
- Limites de Atterberg	ASTM D 4318	NPT 33.129
- Densidad mínima	ASTM D 4254	NTP 339.138
- Densidad máxima	ASTM D 1557	NTP 339.141
- Densidad relativa	ASTM D 2049	

6.0 ANALISIS DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

La Calicata presenta básicamente un estrato: estrato N° 01 de suelos de partículas gruesas gravas mal gradadas GP, clasificación de suelos S.U.C.S.
A-1-a fragmento de roca, grava y arena Valor de índice de grupo (0), sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

7.0 TRABAJO DE GABINETE

Con los datos obtenidos de campo y laboratorio se procedió a calcular la capacidad portante del suelo en base a la clasificación SUCS y al valor de peso volumétrico obtenido en campo, con los valores de ángulo de fricción y cohesión respectivamente para este tipo de suelo.

Finalmente se obtiene las siguientes características físicas y mecánicas de la calicata realizada.

CALICATA C-01

- ✓ Humedad Natural 1.95%
- ✓ Limite Líquido 23.18
- ✓ Índice Plástico 16.79P.N
- ✓ Clasificación SUCS GP
- ✓ Densidad In Situ 1.893 Gr/Cm3.
- ✓ Densidad Mínima 1.685 Gr/Cm3.
- ✓ Densidad Máxima 2.030 Gr/Cm3.
- ✓ Densidad Relativa 64.70 Gr/Cm3.

7.1 Condiciones Geotécnicas y Parámetros del Suelo por Efecto de Sismo

7.1.1 Parámetros del Sitio

Zonificación

A cada zona se asigna a un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Según como lo muestra la tabla siguiente:

FACTORES DE ZONA	
Zona	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

Tabla N° 1

La zona sísmica en la que se divide el territorio peruano, donde se especifica que Tacna se encuentra ubicada en la zona 3.

Condiciones Geotécnicas

Los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Donde se considera a la Región de Tacna, como suelos intermedios (Perfil Tipo S2).

PARAMETROS DEL SUELO			
Tipo	**Descripción**	**Tp (S)**	**S**
S1	Roca o Suelos muy Rígidos	0.4	1.0
S2	Suelos Intermedios	0.6	1.2
S3	Suelos Flexibles o con Estratos de gran Espesor	0.9	1.4
S4	Condiciones Excepcionales	*	*

Tabla N° 2

Tipo = S2
Tp(s) = 0.6
S = 1.2

Donde:

Tp: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo.
S: Factor de amplificación de suelos.

Mc Graw – Hill para suelos medianamente densos y friccionantes, como es El caso para este tipo de suelo.

C-01=32.5084°; C0HESION 0.1641
C-02=31.955°; C0HESION 0.1594

De acuerdo a los resultados de ensayos el suelo se encuentra dentro del tipo Falla local según los datos geométricos que asumirán.

7.2 Calculo de la Capacidad Portante Admisible.

CARGA ÚLTIMA DE CIMENTACIONES SOBRE TERRENO

Para el Diseño de la Capacidad de carga se utilizara la teoría de Terzaghi, tomando un factor de seguridad igual a 3.

Qult= (1.2*c*Nc)+ (*Df*Nq)+(0.4*B*N)

7.3 Resultados del Ensayo de Capacidad Portante.

De acuerdo a las características del subsuelo descrito anteriormente, y aplicando el método indirecto (Densidad Relativa) para determinación del ángulo de fricción interna, se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a la formula de terzaghi, teniendo como resultado lo siguiente.

CALICATA Nº 01

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA ZAPATA

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
1.5	1.50	1.38

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA CIMENTACION

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
0.60	1.00	1.95

CALICATA Nº 02

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA ZAPATA

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
1.5	1.50	1.85

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE PARA CIMENTACION

ANCHO (M.)	PROFUNDIDAD (M.)	CAP. PORTANTE (Kg/Cm2)
0.60	1.00	1.31

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El terreno materia del estudio ubicado en la Provincia de Tacna – Región Tacna.
  El presente Estudio se ha desarrollado con la finalidad de investigar las características del suelo y determinar la capacidad portante del terreno para fines de cimentación para el Mejoramiento de los Servicios de Atención al Usuario de la Dirección de Trabajo y Promoción del Empleo.
  El mecanismo que se utilizó para determinar la condición de la estructura del suelo, fue por medio de excavación de dos calicatas; la misma que se ejecuto de manera manual a una profundidad de 2.40 mt. Las calicatas se ubico estratégicamente para obtener resultados representativos.
- ✓ Las muestras obtenidas en las exploraciones de campo fueron analizadas en laboratorio, lo que permitió conocer la estratigrafía de toda la zona dentro de la profundidad investigada basado en la Clasificación de los suelos, espesores de estratos y características mecánicas, de la calicata estudiada; se definió el perfil Estatigráfico.
- ✓ El perfil estatigrafico de la zona de estudio se encuentra conformado mayormente por suelos de partículas gruesas, suelo de partículas gruesas con finos, Clasificación AAHSTO **A-1-a** fragmento e roca, grava y arena.
- ✓ Es necesario compactar el suelo de fundación a humedad óptima y a un 95% de la máxima densidad seca del proctor modificado, para obtener una buena compacidad y elevar su capacidad admisible.
- ✓ Se sugiere profundizar hasta una profundidad no mayor de 3 metros a fin de conocer si es el mismo tipo de suelo para proceder a cimentar convenientemente.
- ✓ La cimentación de las estructuras será de tipo superficial, teniéndose en cuenta las cargas a soportar, por lo que se deberá calcular la profundidad de desplante y la sección de la cimentación de manera muy cuidadosa.



ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA N° 01

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

PROPIEDADES :		
Cohesion c (Kg/cm2) :	0.164
Angulo de friccion (deg) :	32.51
Peso Especifico (Kg/cm3) :	0.00193
Factor de seguridad :	3
Densidad Relativa :	64.70
' =	23.02
c' =	0.109

DIMENSIONES :	Cimientos	Zapata
Ancho B (cm) :	60	150
Profundidad Df (cm) :	100	150

Nc =	18.07
Nq =	8.68
N =	8.22

Tipo de Falla =	**Falla Local**

A.- PARA CIMIENTOS CORRIDOS

qult = (c * Nc) + (* Df * Nq) +(1/2 * * B * N)

q ult = 4.13 Kg/cm2

q adm = 1.38 Kg/cm2

Valores de B	qult
40	3.97
50	4.05
60	4.13
70	4.21
80	4.29

A.- PARA ZAPATAS

qult = (1.2 * c * Nc) + (* Df * Nq) +(0.4 * * B * N)

q ult = 5.84 Kg/cm2

q adm = 1.95 Kg/cm2

Valores de B	qult
130	5.84
140	5.84
150	5.84
160	5.84
170	5.84

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.

				Cimentacion Corrida				Cimentacion Cuadrada				Cimentacion Circular			
				Qc=((c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.5*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.4*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.6*&*B*N&)			
DESCRIPCION	UNIDAD	C-1	C-1	Df	B	C. Corrida		Df	B	C.Cuadrada		Df	B	C. Circular	
Profundidad	Mt.	3.10	3.10	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)
Clasificacion	SUCS	GP	GP	80	40	3.63	1.21	60	80	3.89	1.30	60	80	4.34	1.45
Clasificacion	AASHTO	A-1-a	A-1-a	80	50	3.71	1.24	60	90	3.95	1.32	60	90	4.43	1.48
Densidad Seca in Situ (Dd)	gr/cc	1.893	0.001893	80	60	3.79	1.26	60	100	4.01	1.34	60	100	4.53	1.51
Densidad Minima (Dmin)	gr/cc	1.685	0.001685	80	70	3.87	1.29	60	120	4.14	1.38	60	120	4.72	1.57
Densidad Maxima (Dmax)	gr/cc	2.030	0.00203	80	80	3.95	1.32	60	150	4.33	1.44	60	150	5.00	1.67
Densidad Relativa (Dr)	gr/cc	64.70	64.70	100	40	3.97	1.32	100	80	4.55	1.52	100	80	5.01	1.67
Angulo de Friccion (O)	G	32.508	32.51	100	50	4.05	1.35	100	90	4.62	1.54	100	90	5.10	1.70
Cohesion	kg/cc	0.164	0.164	100	60	4.13	1.38	100	100	4.68	1.56	100	100	5.20	1.73
Densidad Humeda in situ (Ds)	gr/cc	1.930	0.00193	100	70	4.21	1.40	100	120	4.81	1.60	100	120	5.39	1.80
Nc Factor de Capacidad de Carga	S/D	18.07	18.07	100	80	4.29	1.43	100	150	5.00	1.67	100	150	5.67	1.89
Nq Factor de Capacidad de Carga	S/D	8.68	8.68	120	40	4.30	1.43	150	80	5.39	1.80	140	80	5.68	1.89
N& Factor de Capacidad de Carga	S/D	8.22	8.22	120	50	4.38	1.46	150	90	5.46	1.82	140	90	5.77	1.92
FACTOR DE SEGURIDAD	3			120	60	4.46	1.49	150	100	5.52	1.84	140	100	5.87	1.96
	23.02			120	70	4.54	1.51	150	120	5.65	1.88	140	120	6.06	2.02
Tipo de Falla	**Falla Local**			120	80	4.62	1.54	150	150	5.84	1.95	140	150	6.34	2.11
				140	40	4.64	1.55	170	80	5.73	1.91	170	80	6.18	2.06
C' =		0.11		140	50	4.72	1.57	170	90	5.79	1.93	170	90	6.27	2.09
				140	60	4.80	1.60	170	100	5.85	1.95	170	100	6.37	2.12
				140	70	4.88	1.63	170	120	5.98	1.99	170	120	6.56	2.19
				140	80	4.96	1.65	170	150	6.17	2.06	170	150	6.85	2.28
				260	40	6.65	2.22	200	80	6.23	2.08	200	80	6.68	2.23
				260	50	6.73	2.24	200	90	6.29	2.10	200	90	6.78	2.26
				260	60	6.81	2.27	200	100	6.36	2.12	200	100	6.87	2.29
				260	70	6.89	2.30	200	120	6.48	2.16	200	120	7.06	2.35
				260	80	6.97	2.32	200	150	6.67	2.22	200	150	7.35	2.45
				300	40	7.32	2.44	200	200	6.99	2.33	260	80	7.69	2.56
				300	50	7.40	2.47	240	90	6.96	2.32	260	90	7.78	2.59
				300	60	7.48	2.49	240	100	7.03	2.34	260	100	7.88	2.63
				300	70	7.56	2.52	240	120	7.15	2.38	260	120	8.07	2.69
				300	80	7.64	2.55	240	150	7.34	2.45	260	150	8.35	2.78

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GODILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81070
SUPERVISOR DE OBRA

000010

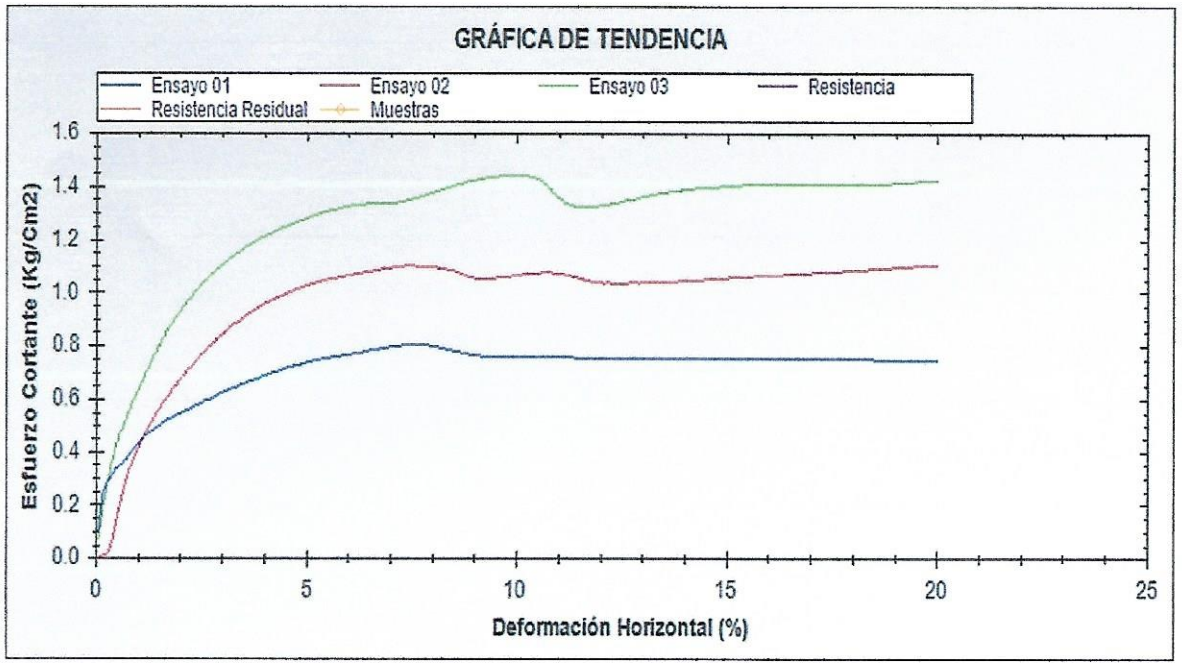
GERENCIA GENERAL REGIONAL

0FICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

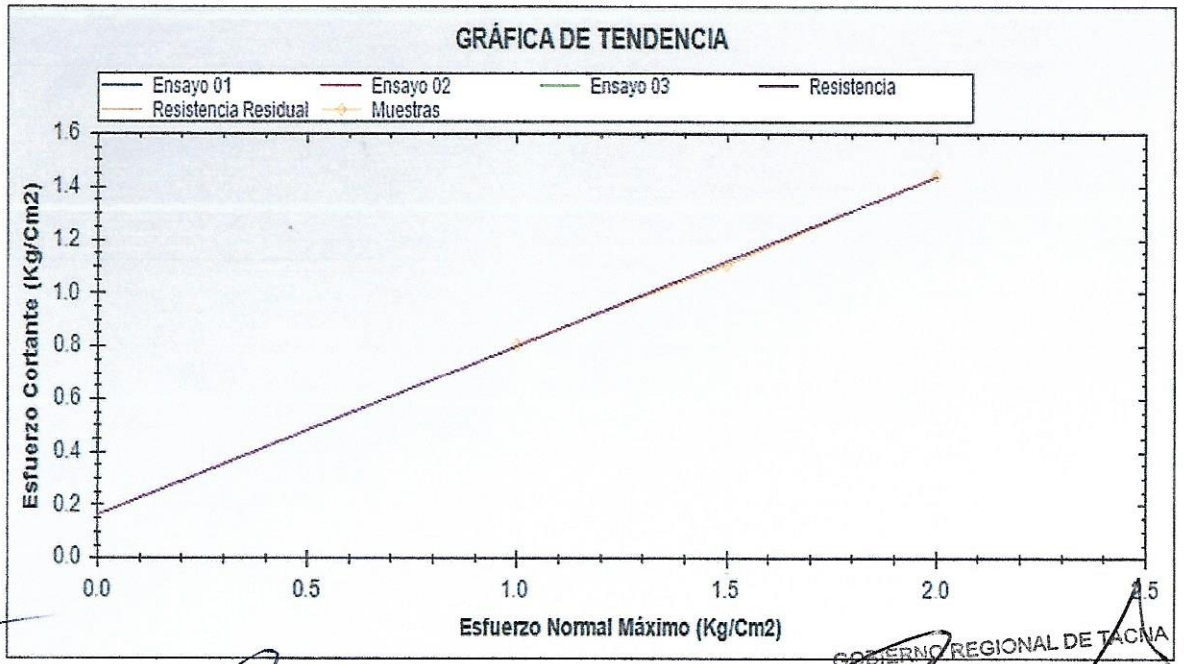
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo	: ENSAYO-001		
Norma	: ASTM D - 3080		
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA		
	: DIRECCION REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.		
Solicitante	: SUB GERENCIA DE ESTUDIOS		
Fecha	: 25/11/2013	Hora	: 12:36:21 p.m.
Exploración	: EX-001	Muestra	: MUES-001
Freático	: PNF-001	Estrato	: PE-001
Cohesión	: 0.1641	Ángulo	: 32.5084

ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs DEFORMACIÓN HORIZONTAL(Cm)



ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs ESFUERZO NORMAL MÁXIMO(Kg/Cm2)



LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81370
SUPERVISOR DE OBRA

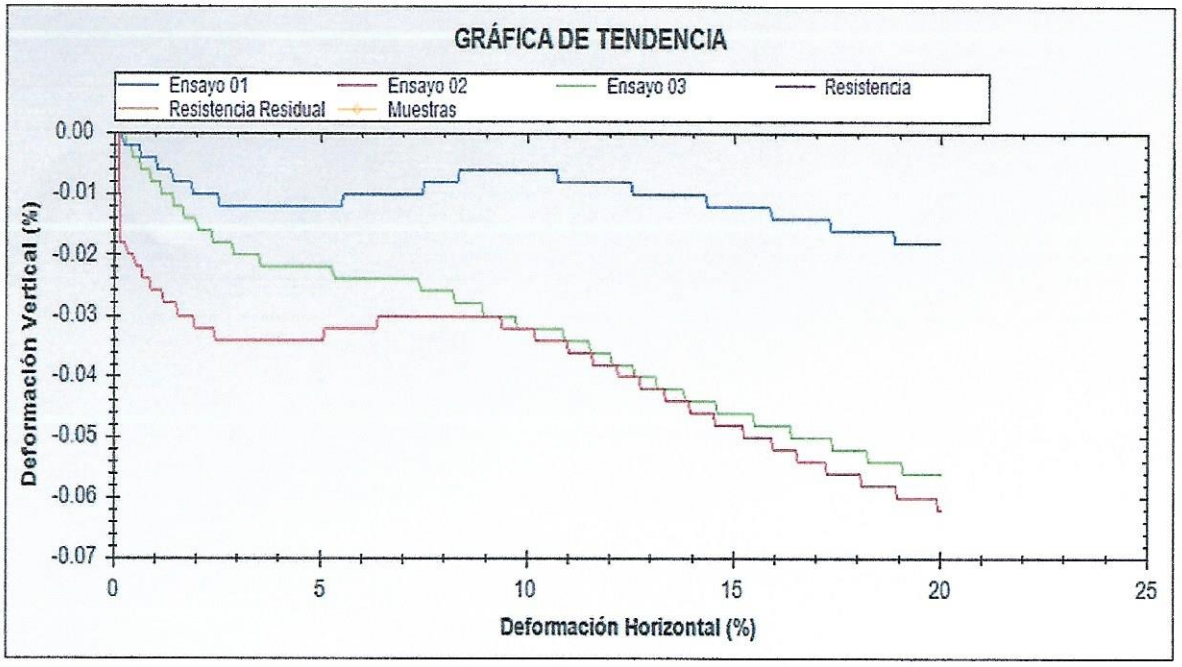
GERENCIA GENERAL REGIONAL

0FICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

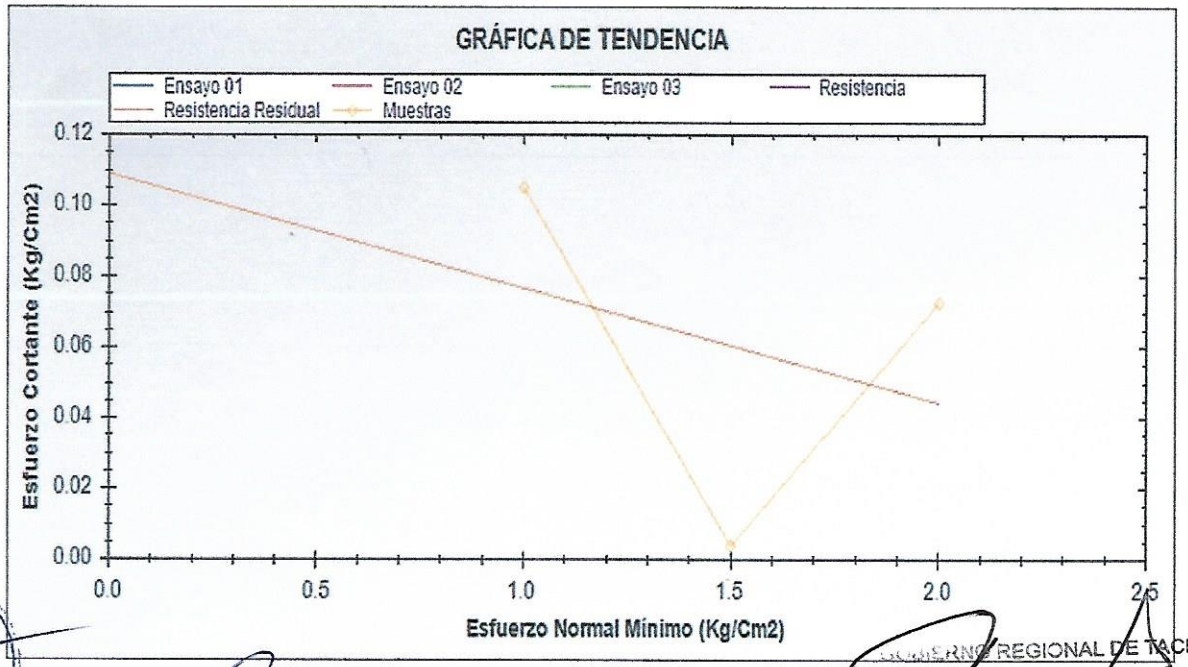
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo	: ENSAYO-001		
Norma	: ASTM D - 3080		
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA		
	: DIRECCION REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.		
Solicitante	: SUB GERENCIA DE ESTUDIOS		
Fecha	: 25/11/2013	Hora	: 12:36:21 p.m.
Exploración	: EX-001	Muestra	: MUES-001
Freático	: PNF-001	Estrato	: PE-001
Cohesión	: 0.1090	Ángulo	: -1.8487

DEFORMACIÓN VERTICAL(Cm) vs DEFORMACION HORIZONTAL(Cm)



ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs ESFUERZO NORMAL MÍNIMO(Kg/Cm2)



LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 51870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo : ENSAYO-001
Norma : ASTM D - 3080
Proyecto : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA
: DIRECCION REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
Solicitante : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS
Fecha : 25/11/2013 Hora : 12:36:21 p.m.
Exploración : EX-001 Muestra : MUES-001
Freático : PNF-001 Estrato : PE-001
Cohesión : - Ángulo : -

Esfuerzo Normal (Kg/Cm2)	1.00 Kg/Cm2		1.50 Kg/Cm2		2.00 Kg/Cm2	
Etapa	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.
Esfuerzo Cortante (Kg/Cm2)	0.807	0.105	1.108	0.004	1.445	0.073
Fuerza Cortante (Kg)	9.490	10.408	9.612	0.144	8.286	10.388
Cohesión	0.000	0.000	0.000	0.000	0.164	0.109
Ángulo Fricción (°)	0.000	0.000	0.000	0.000	32.508	-1.849

1.00 Kg/Cm2			1.50 Kg/Cm2			2.00 Kg/Cm2		
Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)	Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)	Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)
0.050	0.105	0.000	0.050	0.004	0.000	0.050	0.073	0.000
0.450	0.336	-0.002	0.450	0.131	-0.020	0.450	0.425	-0.004
0.850	0.408	-0.004	0.850	0.363	-0.024	0.850	0.596	-0.006
1.250	0.476	-0.006	1.250	0.505	-0.028	1.250	0.726	-0.010
1.650	0.524	-0.008	1.650	0.604	-0.030	1.650	0.855	-0.012
2.050	0.554	-0.010	2.050	0.688	-0.032	2.050	0.947	-0.016
2.450	0.586	-0.010	2.450	0.763	-0.034	2.450	1.026	-0.018
2.850	0.616	-0.012	2.850	0.827	-0.034	2.850	1.088	-0.018
3.250	0.644	-0.012	3.250	0.882	-0.034	3.250	1.140	-0.020
3.650	0.670	-0.012	3.650	0.925	-0.034	3.650	1.184	-0.022
4.050	0.695	-0.012	4.050	0.965	-0.034	4.050	1.221	-0.022
4.450	0.716	-0.012	4.450	0.992	-0.034	4.450	1.250	-0.022
4.850	0.733	-0.012	4.850	1.021	-0.034	4.850	1.275	-0.022
5.250	0.749	-0.012	5.250	1.041	-0.032	5.250	1.299	-0.022
5.650	0.761	-0.010	5.650	1.056	-0.032	5.650	1.316	-0.024
6.050	0.771	-0.010	6.050	1.067	-0.032	6.050	1.330	-0.024
6.450	0.784	-0.010	6.450	1.081	-0.030	6.450	1.337	-0.024
6.850	0.795	-0.010	6.850	1.092	-0.030	6.850	1.338	-0.024
7.250	0.804	-0.010	7.250	1.101	-0.030	7.250	1.347	-0.024
7.650	0.807	-0.008	7.650	1.102	-0.030	7.650	1.362	-0.026
8.050	0.799	-0.008	8.050	1.097	-0.030	8.050	1.385	-0.026
8.450	0.784	-0.006	8.450	1.085	-0.030	8.450	1.404	-0.028
8.850	0.771	-0.006	8.850	1.061	-0.030	8.850	1.423	-0.028
9.250	0.763	-0.006	9.250	1.054	-0.030	9.250	1.435	-0.030
9.650	0.761	-0.006	9.650	1.060	-0.032	9.650	1.442	-0.030
10.050	0.760	-0.006	10.050	1.069	-0.032	10.050	1.444	-0.032
10.450	0.760	-0.006	10.450	1.076	-0.034	10.450	1.432	-0.032

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

10.850	0.761	-0.008	10.850	1.077	-0.034	10.850	1.380	-0.032
11.250	0.759	-0.008	11.250	1.065	-0.036	11.250	1.336	-0.034
11.650	0.757	-0.008	11.650	1.046	-0.038	11.650	1.324	-0.036
12.050	0.756	-0.008	12.050	1.037	-0.038	12.050	1.333	-0.038
12.450	0.755	-0.008	12.450	1.037	-0.040	12.450	1.345	-0.038
12.850	0.755	-0.010	12.850	1.038	-0.042	12.850	1.359	-0.040
13.250	0.756	-0.010	13.250	1.039	-0.042	13.250	1.374	-0.042
13.650	0.755	-0.010	13.650	1.043	-0.044	13.650	1.383	-0.042
14.050	0.755	-0.010	14.050	1.046	-0.046	14.050	1.391	-0.044
14.450	0.756	-0.012	14.450	1.051	-0.046	14.450	1.398	-0.044
14.850	0.755	-0.012	14.850	1.054	-0.048	14.850	1.403	-0.046
15.250	0.756	-0.012	15.250	1.060	-0.050	15.250	1.408	-0.046
15.650	0.754	-0.012	15.650	1.065	-0.050	15.650	1.409	-0.048
16.050	0.754	-0.014	16.050	1.067	-0.052	16.050	1.410	-0.048
16.450	0.753	-0.014	16.450	1.072	-0.052	16.450	1.410	-0.050
16.850	0.754	-0.014	16.850	1.075	-0.054	16.850	1.412	-0.050
17.250	0.754	-0.014	17.250	1.079	-0.056	17.250	1.414	-0.050
17.650	0.753	-0.016	17.650	1.082	-0.056	17.650	1.412	-0.052
18.050	0.754	-0.016	18.050	1.087	-0.056	18.050	1.412	-0.052
18.450	0.753	-0.016	18.450	1.092	-0.058	18.450	1.414	-0.054
18.850	0.751	-0.016	18.850	1.096	-0.058	18.850	1.413	-0.054
19.250	0.750	-0.018	19.250	1.102	-0.060	19.250	1.420	-0.056
19.650	0.748	-0.018	19.650	1.105	-0.060	19.650	1.423	-0.056

V°B°
LABORATORIO DE SUELOS

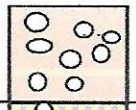
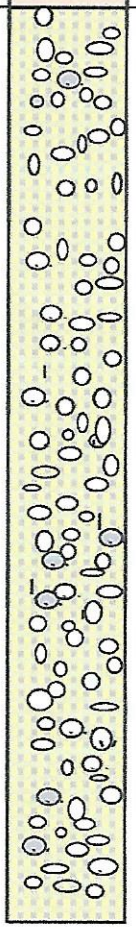
JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

COLUMNA ESTATIGRAFICA

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1

SIMBOLO (SUCS)	PROF. (m)	SIMBOLO GRAFICO	FALDA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	% Malla Nº 200
	0 – 0.3			Arena Limosa SM estrato N° 1 0.30cm.	M-1				
GP	0.3 – 3.1			Clasificación AAHSTO Material granular A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena Excelente a bueno como subgrado Valor del índice de grupo (IG): 0 **Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)** Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio. Grava mal graduada GP FINOS 1.23 % Material aluvial mezcla de grava con arena, grava mayor a 3" Estrato N° 2 2.80 mt.	M-2	1.95	23.18	0.00	1.23

V°B° LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

...GIONAL DE TACNA
...ÓN C. ÉSAR CORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

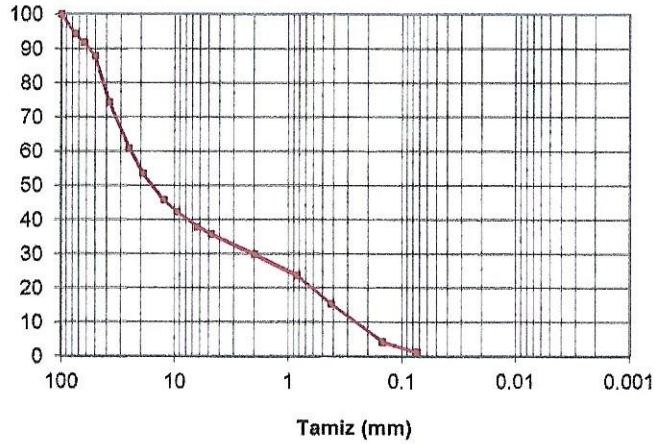
Tamiz	3 1/2"	3	2 1/2"	2	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	4	10	20	40	100	200	pasa
(mm)	100	76.20	63.30	50.60	38.10	25.40	19.050	12.500	9.525	6.350	4.760	2.000	0.840	0.420	0.149	0.074	
Peso retenido	0.00	702.00	311.00	484.00	1642.00	1675.00	904.0	952.0	432.00	533.00	262.00	111.50	117.40	161.10	211.20	57.20	23.50
Retenido parcial (%)	0.00	5.71	2.53	3.94	13.35	13.62	7.35	7.74	3.51	4.33	2.13	5.85	6.16	8.45	11.08	3.00	1.23
Retenido acumulado (%)	0.00	5.71	8.24	12.17	25.52	39.14	46.49	54.24	57.75	62.08	64.21	70.06	76.23	84.68	95.76	98.77	100.00
(%) que pasa	100.00	94.29	91.76	87.83	74.48	60.86	53.51	45.76	42.25	37.92	35.79	29.94	23.77	15.32	4.24	1.23	0.00

Límite líquido LL	23.18	%
Límite plastico LP	0.00	%
Índice plasticidad IP	0.00	%
Retenido tamiz N° 4 (5mm):	64.21	%
Pasa tamiz N° 4 (5mm):	34.55	%
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	1.23	%

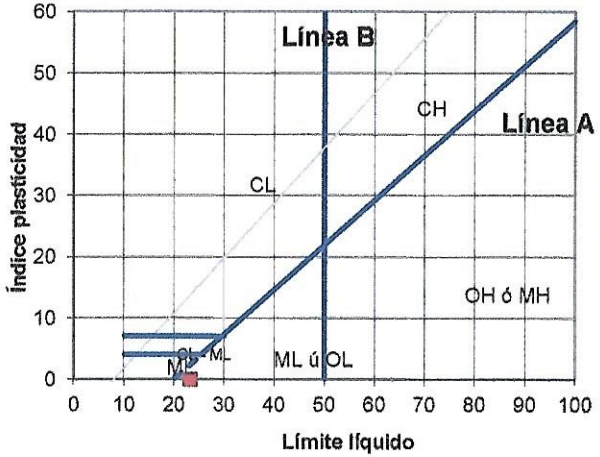
D_{60}:	24.66	mm
D_{30}:	2.03	mm
D_{10} (diámetro efectivo):	0.29	mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	85.05	
Grado de curvatura (Cc):	0.58	

Material granular	Clasificación AAHSTO
Excelente a bueno como subgrado	
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	
Valor del índice de grupo (IG):	0
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.	
Grava mal graduada GP	

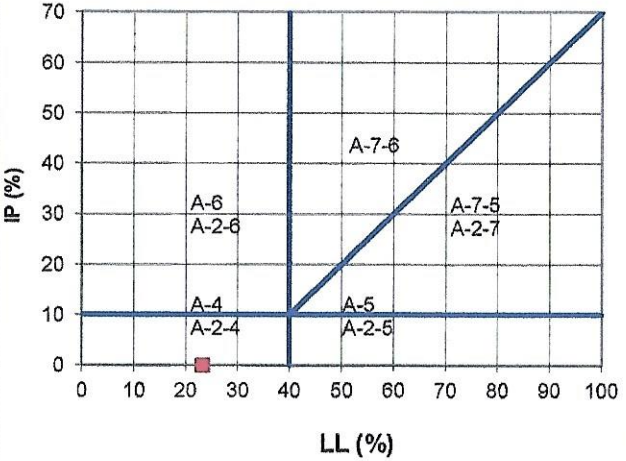
Granulometría



Ábaco de Casagrande



Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)



OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA N° 1
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR CORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

000016

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.

UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1

FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

DENSIDAD RELATIVA

Datos de muestra : : Material In Situ

Prof. (m.) : 3,10 mt.

DATOS

ENSAYO Nº	1			
Densidad Seca in Situ (Dd) gr/cc	1.893			
Densidad Minima (Dmin) gr/cc	1.685			
Densidad Maxima (Dmax) gr/cc	2.030			
DENSIDAD RELATIVA (Dr) gr/cc	64.70			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 1.950 %

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER D. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CONTROL DE COMPACTACIÓN DEL SUELO

DESCRIPCION	DETALLE				
LUGAR					
REFERENCIA	Calicata				
PROGRESIVA	P-01				
FECHA DE CONTROL					
% HUMEDAD	1.95				
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.930				
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.893				
MAX. DENSIDAD SECA (LABORATORIO) (gr/cm3)	2.030				
% HUMEDAD OPTIMA					
% DE COMPACTACION OBTENIDA					
% DE COMPACTACION ESPECIFICADA					
ESPESOR CONTROLADO (m)	0.10				
RECOMPACTADO (R)	-				

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR CORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

ENSAYO DE COMPACTACIÓN
AASHO: T-180 - 74

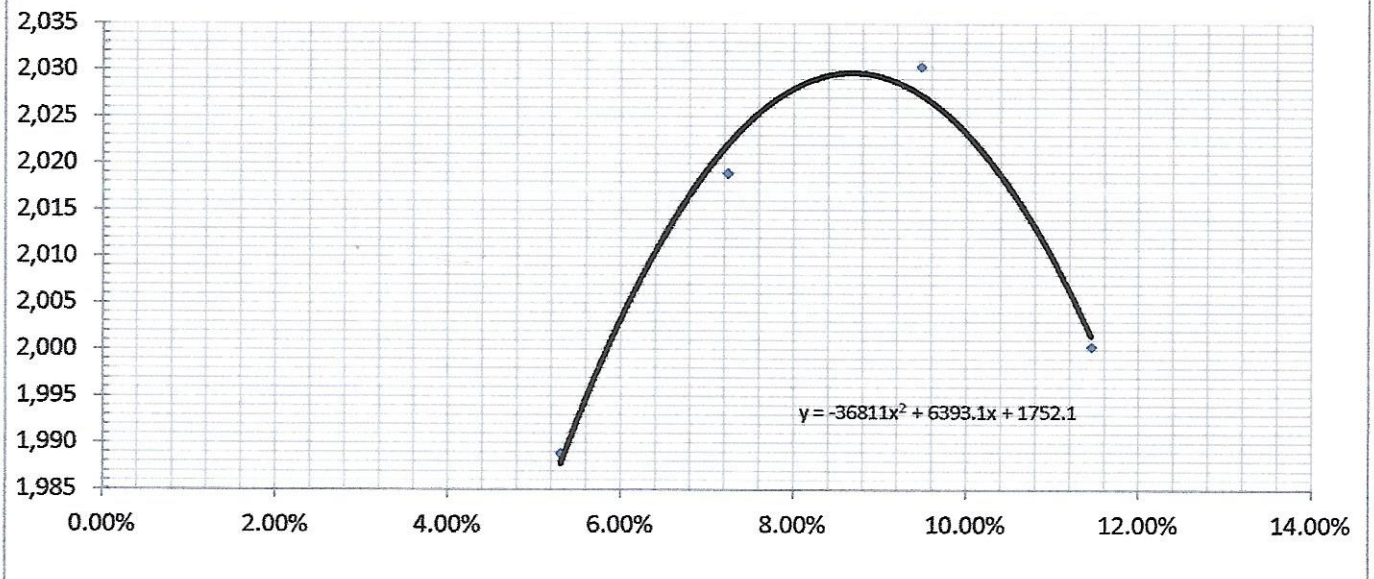
OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD

No. de Capas	Golpes por capa	Peso Martillo	Altura caída	PESO INICIAL DE LA MUESTRA
5	56	10 lb	18"	6000

			1		2		3		4	
Peso suelo húmedo + molde	(GR)	A	9,720		9,868		9,989		10,003	
Peso del molde	(GR)	B	5,330		5,330		5,330		5,330	
Peso suelo húmedo	(GR)	C=A-B	4,390		4,538		4,659		4,673	
Volúmen del molde	(cm³)	D	2,096		2096		2096		2096	
Densidad húmeda	(GR/cm³)	E=C/D	2,094		2,165		2,223		2,229	
Cápsula No.			1	2	3	4	5	6	7	8
Cápsula + suelo húmedo	(GR)	F	244.00		266.70		368.50		214.10	
Cápsula + suelo seco	(GR)	G	231.70		248.70		336.60		192.10	
Peso de agua	(GR)	H=F-G	12.30		18.00		31.90		22.00	
Peso de la Cápsula	(GR)	I	0.00		0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco	(GR)	J=G-I	231.70		248.70		336.60		192.10	
Contenido de agua	%	K=H/J	5.31%		7.24%		9.48%		11.45%	
Contenido de agua promedio			5.31%		7.24%		9.48%		11.45%	
Dendidad seca	(GR /cm³)	d s	1,989		2,019		2,030		2,000	

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD



Densidad Máxima:	2,030 kg/cm³

Humedad Optima	8.68%

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

0 9020

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA N° 1
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

DENSIDAD MINIMA

Datos de muestra : : Material In Situ
Prof. (m.) : 3,10 mt.

DATOS

ENSAYO N°	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (gr.)	11678	11690	11710	
PESO DEL MOLDE (gr.)	6682.5	6682.5	6682.5	
PESO DE LA MUESTRA	4996	5008	5028	
VOLUMEN DEL MOLDE	2973	2973	2973	
PESO UNITARIO	1.680	1.684	1.691	
PROMEDIO PONDERADO (KG/M3.)	1.685			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 1.950 %

V°B°
LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

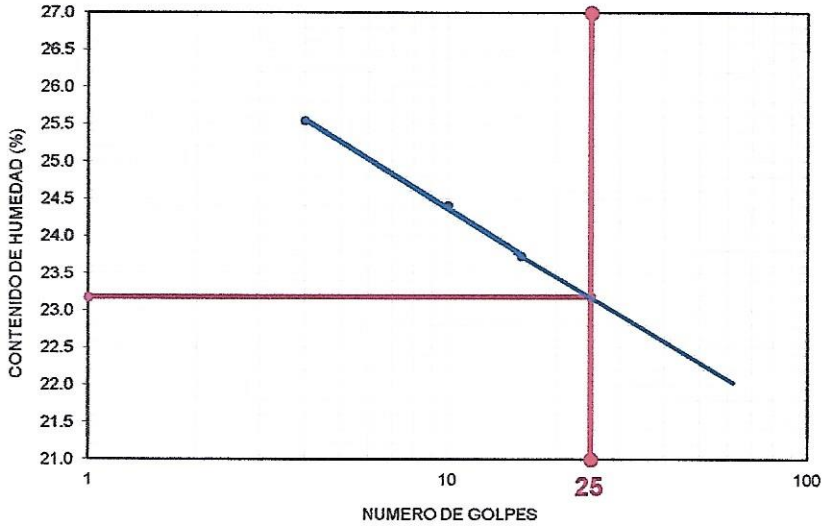
GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000021

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de casagrande
NORMA M.T.C. E 110 - E 111 - 2000

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

LIMITE LIQUIDO						LIMITE PLASTICO		
N° DE ENSAYOS		01	02	03	04			
N° DE GOLPES		16	10	4				
N° DE TARA		T-1	T-2	T-3				
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	GR	32.06	44.80	41.80				
PESO DEL SUELO SECO + TARA	GR	29.02	41.17	36.54				
PESO DE LA TARA	GR	16.21	26.30	15.95				
PESO DEL AGUA	GR	3.04	3.63	5.26				
PESO DEL SUELO SECO	GR	12.81	14.87	20.59				
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	23.73	24.41	25.55				



RESULTADOS :		
LIMITE LIQUIDO	%	23.18
LIMITE PLASTICO	%	
INDICE PLASTICO	%	

OBSERVACIONES :
Material muestreado en calicata.

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81670
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 1
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

HUMEDAD NATURAL

TARRO Nº	1	2		
PESO DE TARRO	226.60			
SUELO HUMEDO + TARA	921.80			
SUELO SECO + TARA	908.50			
PESO DEL AGUA	13.30			
PESO SUELO SECO NETO	681.90			
PORCENTAJE DE HUMEDAD	1.95			
PROMEDIO %	1.95			

OBSERVACIONES: Material muestreado en calicata.

V°B° LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81570
SUPERVISOR DE OBRA

ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA N° 02



GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

PROPIEDADES :		
Cohesion	c (Kg/cm2) :	0.159
Angulo de friccion	(deg) :	31.95
Peso Especifico	(Kg/cm3) :	0.00193
Factor de seguridad	:	3
Densidad Relativa	:	63.29
	' =	22.58
	c' =	0.106

DIMENSIONES :		Cimientos	Zapata
Ancho	B (cm) :	60	150
Profundidad	Df (cm) :	100	150

Nc =	17.55
Nq =	8.30
N =	7.73

Tipo de Falla =	**Falla Local**

A.- PARA CIMIENTOS CORRIDOS

qult = (c * Nc) + (* Df * Nq) +(1/2 * * B * N)

q ult = 3.92 Kg/cm2

q adm = 1.31 Kg/cm2

Valores de B	qult
40	3.77
50	3.84
60	3.92
70	3.99
80	4.07

A.- PARA ZAPATAS

qult = (1.2 * c * Nc) + (* Df * Nq) +(0.4 * * B * N)

q ult = 5.54 Kg/cm2

q adm = 1.85 Kg/cm2

Valores de B	qult
130	5.54
140	5.54
150	5.54
160	5.54
170	5.54

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.

DESCRIPCION	UNIDAD	C-2	C-2
Profundidad	Mt.	2.40	2.40
Clasificacion	SUCS	GP	GP
Clasificacion	AASHTO	A-1-a	A-1-a
Densidad Seca in Situ (Dd)	gr/cc	1.898	0.001898
Densidad Minima (Dmin)	gr/cc	1.736	0.001736
Densidad Maxima (Dmax)	gr/cc	2.007	0.00201
Densidad Relativa (Dr)	gr/cc	63.29	63.29
Angulo de Friccion (O)	G	31.955	31.95
Cohesion	kg/cc	0.159	0.159
Densidad Humeda in situ (Ds)	gr/cc	1.933	0.00193
Nc Factor de Capacidad de Carga	S/D	17.55	17.55
Nq Factor de Capacidad de Carga	S/D	8.30	8.30
N& Factor de Capacidad de Carga	S/D	7.73	7.73
FACTOR DE SEGURIDAD	3		
'	22.58		
Tipo de Falla	**Falla Local**		
C' =		0.11	

Cimentacion Corrida				Cimentacion Cuadrada				Cimentacion Circular			
Qc=((c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.5*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.4*&*B*N&)				Qc=((1.3*c*Nc)+(&*Df*Nq)+(0.6*&*B*N&)			
Df	B	C. Corrida		Df	B	C.Cuadrada		Df	B	C. Circular	
cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)	cm.	cm.	Q(ultm)	Q(adm)
80	40	3.45	1.15	60	80	3.68	1.23	60	80	4.10	1.37
80	50	3.52	1.17	60	90	3.74	1.25	60	90	4.19	1.40
80	60	3.60	1.20	60	100	3.80	1.27	60	100	4.28	1.43
80	70	3.67	1.22	60	120	3.92	1.31	60	120	4.46	1.49
80	80	3.75	1.25	60	150	4.10	1.37	60	150	4.73	1.58
100	40	3.77	1.26	100	80	4.32	1.44	100	80	4.75	1.58
100	50	3.84	1.28	100	90	4.38	1.46	100	90	4.84	1.61
100	60	3.92	1.31	100	100	4.44	1.48	100	100	4.92	1.64
100	70	3.99	1.33	100	120	4.56	1.52	100	120	5.10	1.70
100	80	4.07	1.36	100	150	4.74	1.58	100	150	5.37	1.79
120	40	4.09	1.36	150	80	5.12	1.71	140	80	5.39	1.80
120	50	4.16	1.39	150	90	5.18	1.73	140	90	5.48	1.83
120	60	4.24	1.41	150	100	5.24	1.75	140	100	5.57	1.86
120	70	4.31	1.44	150	120	5.36	1.79	140	120	5.75	1.92
120	80	4.39	1.46	150	150	5.54	1.85	140	150	6.02	2.01
140	40	4.41	1.47	170	80	5.44	1.81	170	80	5.87	1.96
140	50	4.48	1.49	170	90	5.50	1.83	170	90	5.96	1.99
140	60	4.56	1.52	170	100	5.56	1.85	170	100	6.05	2.02
140	70	4.63	1.54	170	120	5.68	1.89	170	120	6.23	2.08
140	80	4.71	1.57	170	150	5.86	1.95	170	150	6.50	2.17
260	40	6.33	2.11	200	80	5.92	1.97	200	80	6.35	2.12
260	50	6.41	2.14	200	90	5.98	1.99	200	90	6.44	2.15
260	60	6.48	2.16	200	100	6.04	2.01	200	100	6.53	2.18
260	70	6.56	2.19	200	120	6.16	2.05	200	120	6.71	2.24
260	80	6.63	2.21	200	150	6.34	2.11	200	150	6.98	2.33
300	40	6.98	2.33	200	200	6.64	2.21	260	80	7.31	2.44
300	50	7.05	2.35	240	90	6.63	2.21	260	90	7.40	2.47
300	60	7.13	2.38	240	100	6.69	2.23	260	100	7.49	2.50
300	70	7.20	2.40	240	120	6.80	2.27	260	120	7.67	2.56
300	80	7.27	2.42	240	150	6.98	2.33	260	150	7.94	2.65

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 61670
SUPERVISOR DE OBRA

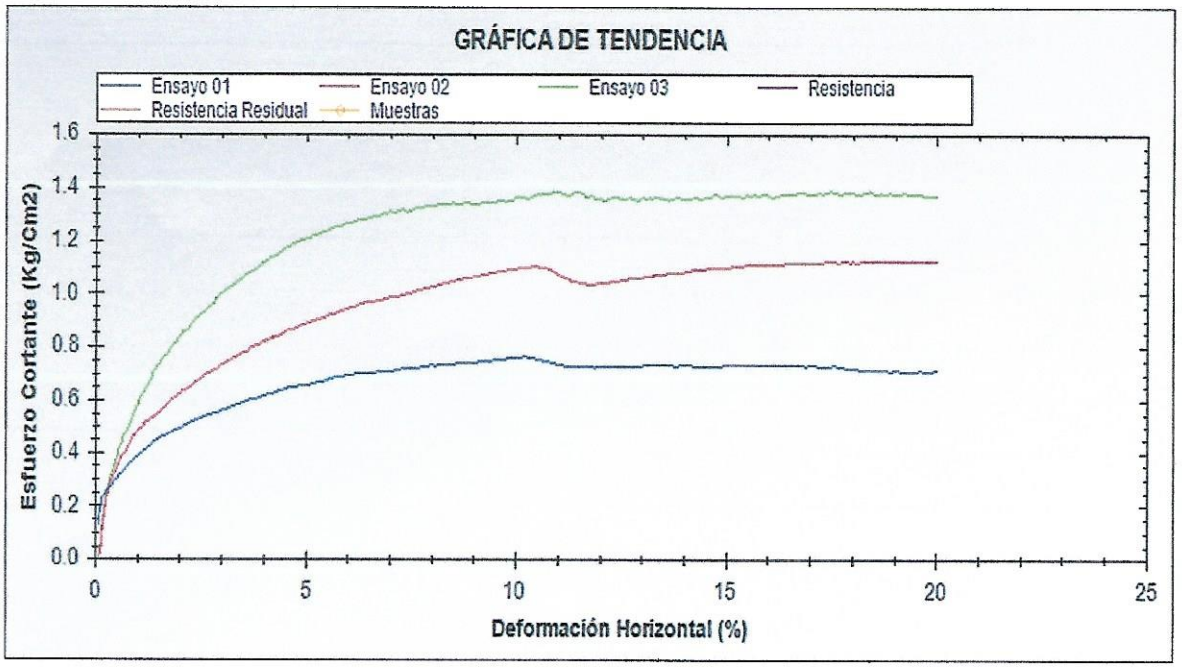
GERENCIA GENERAL REGIONAL

0FICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

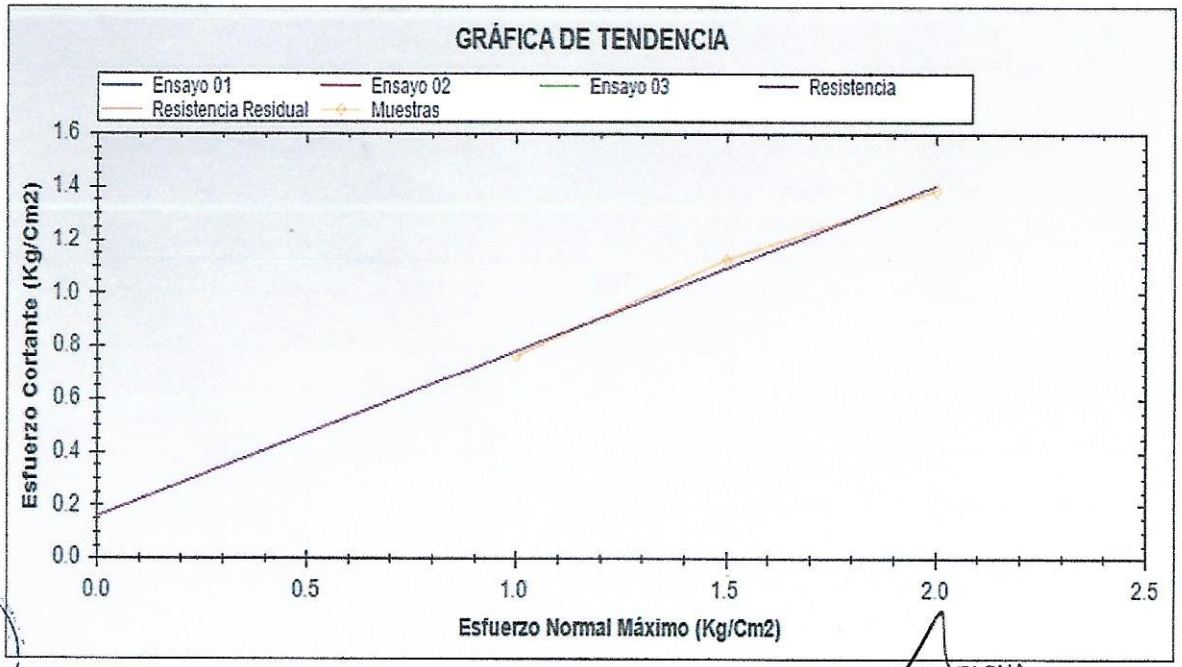
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo	: ENSAYO-002		
Norma	: ASTM D - 3080		
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA		
	: DIRECCION REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.		
Solicitante	: SUB GERENCIA DE ESTUDIOS		
Fecha	: 27/11/2013	Hora	: 12:37:18 p.m.
Exploración	: EX-001	Muestra	: MUES-002
Freático	: PNF-001	Estrato	: PE-001
Cohesión	: 0.1594	Ángulo	: 31.9549

ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs DEFORMACIÓN HORIZONTAL(Cm)



ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs ESFUERZO NORMAL MÁXIMO(Kg/Cm2)



VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81670

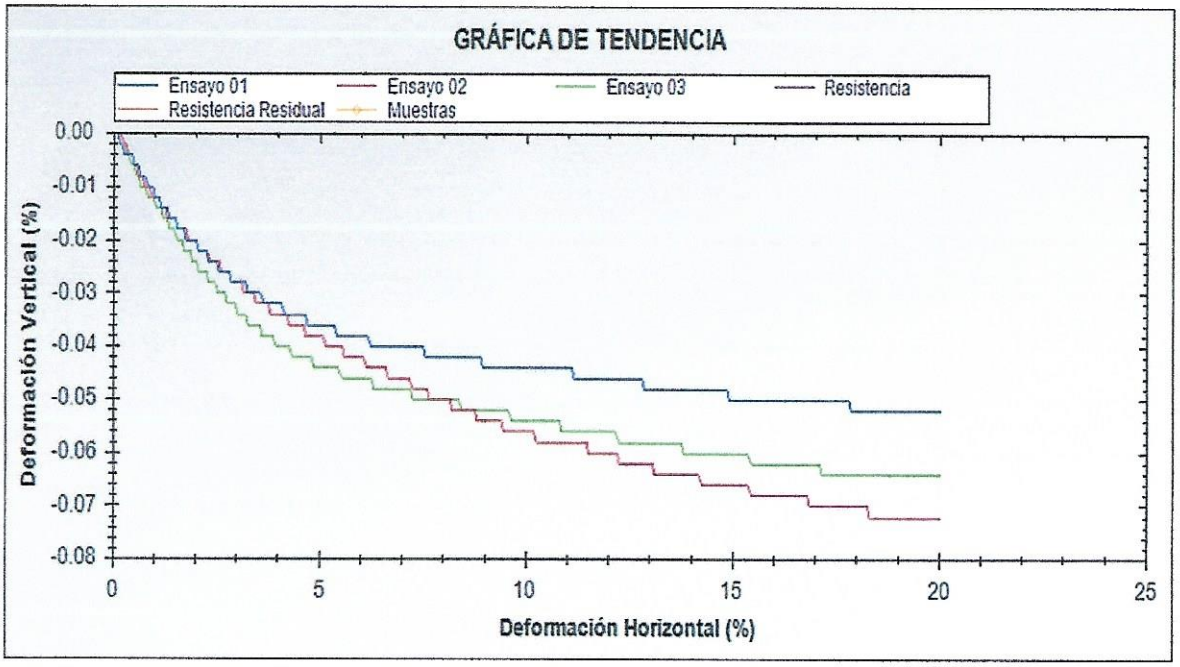
GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

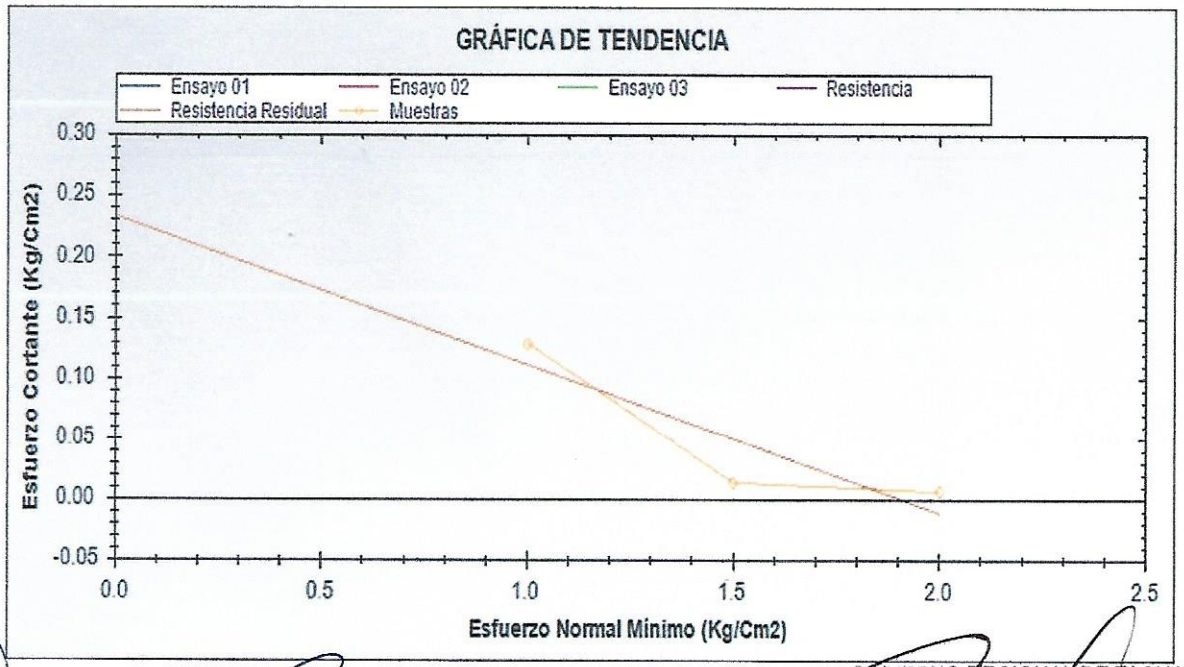
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo	: ENSAYO-002		
Norma	: ASTM D - 3080		
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA		
	: DIRECCION REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.		
Solicitante	: SUB GERENCIA DE ESTUDIOS		
Fecha	: 27/11/2013	Hora	: 12:37:18 p.m.
Exploración	: EX-001	Muestra	: MUES-001
Freático	: PNF-001	Estrato	: PE-001
Cohesión	: 0.2336	Ángulo	: -6.9651

DEFORMACIÓN VERTICAL(Cm) vs DEFORMACION HORIZONTAL(Cm)



ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm2) vs ESFUERZO NORMAL MÍNIMO(Kg/Cm2)



VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER G. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

MILTON CESAR CORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ensayo : ENSAYO-002
Norma : ASTM D - 3080
Proyecto : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA
: DIRECCION REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
Solicitante : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS
Fecha : 27/11/2013 Hora : 12:37:18 p.m.
Exploración : EX-001 Muestra : MUES-002
Freático : PNF-001 Estrato : PE-001
Cohesión : - Ángulo : -

Esfuerzo Normal (Kg/Cm2)	1.00 Kg/Cm2		1.50 Kg/Cm2		2.00 Kg/Cm2	
Etapa	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.
Esfuerzo Cortante (Kg/Cm2)	0.766	0.129	1.129	0.015	1.390	0.007
Fuerza Cortante (Kg)	9.880	10.362	9.284	0.524	9.814	0.256
Cohesión	0.000	0.000	0.000	0.000	0.159	0.234
Ángulo Fricción (°)	0.000	0.000	0.000	0.000	31.955	-6.965

1.00 Kg/Cm2			1.50 Kg/Cm2			2.00 Kg/Cm2		
Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)	Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)	Defor. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Esf. Norm. (Kg/Cm2)
0.05	0.13	0.00	0.05	0.01	0.00	0.05	0.01	0.00
0.45	0.30	0.00	0.45	0.33	0.00	0.45	0.37	-0.01
0.85	0.37	-0.01	0.85	0.46	-0.01	0.85	0.54	-0.01
1.25	0.42	-0.01	1.25	0.53	-0.01	1.25	0.67	-0.02
1.65	0.47	-0.02	1.65	0.58	-0.02	1.65	0.77	-0.02
2.05	0.50	-0.02	2.05	0.64	-0.02	2.05	0.86	-0.03
2.45	0.53	-0.02	2.45	0.68	-0.02	2.45	0.92	-0.03
2.85	0.56	-0.03	2.85	0.72	-0.03	2.85	0.98	-0.03
3.25	0.58	-0.03	3.25	0.76	-0.03	3.25	1.03	-0.04
3.65	0.60	-0.03	3.65	0.80	-0.03	3.65	1.08	-0.04
4.05	0.62	-0.03	4.05	0.83	-0.03	4.05	1.13	-0.04
4.45	0.64	-0.03	4.45	0.85	-0.04	4.45	1.17	-0.04
4.85	0.66	-0.04	4.85	0.88	-0.04	4.85	1.20	-0.04
5.25	0.67	-0.04	5.25	0.90	-0.04	5.25	1.23	-0.04
5.65	0.69	-0.04	5.65	0.93	-0.04	5.65	1.25	-0.05
6.05	0.70	-0.04	6.05	0.95	-0.04	6.05	1.27	-0.05
6.45	0.70	-0.04	6.45	0.97	-0.04	6.45	1.29	-0.05
6.85	0.71	-0.04	6.85	0.98	-0.05	6.85	1.31	-0.05
7.25	0.72	-0.04	7.25	1.00	-0.05	7.25	1.32	-0.05
7.65	0.73	-0.04	7.65	1.01	-0.05	7.65	1.33	-0.05
8.05	0.73	-0.04	8.05	1.03	-0.05	8.05	1.33	-0.05
8.45	0.74	-0.04	8.45	1.05	-0.05	8.45	1.34	-0.05
8.85	0.74	-0.04	8.85	1.06	-0.05	8.85	1.34	-0.05
9.25	0.75	-0.04	9.25	1.07	-0.05	9.25	1.34	-0.05
9.65	0.76	-0.04	9.65	1.09	-0.06	9.65	1.35	-0.05
10.05	0.76	-0.04	10.05	1.10	-0.06	10.05	1.36	-0.05
10.45	0.76	-0.04	10.45	1.10	-0.06	10.45	1.37	-0.05

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870

10.85	0.74	-0.04	10.85	1.09	-0.06	10.85	1.38	-0.06
11.25	0.73	-0.05	11.25	1.05	-0.06	11.25	1.37	-0.06
11.65	0.73	-0.05	11.65	1.04	-0.06	11.65	1.36	-0.06
12.05	0.73	-0.05	12.05	1.04	-0.06	12.05	1.36	-0.06
12.45	0.73	-0.05	12.45	1.05	-0.06	12.45	1.36	-0.06
12.85	0.73	-0.05	12.85	1.06	-0.06	12.85	1.35	-0.06
13.25	0.74	-0.05	13.25	1.07	-0.06	13.25	1.36	-0.06
13.65	0.73	-0.05	13.65	1.08	-0.06	13.65	1.36	-0.06
14.05	0.73	-0.05	14.05	1.09	-0.06	14.05	1.36	-0.06
14.45	0.73	-0.05	14.45	1.10	-0.07	14.45	1.36	-0.06
14.85	0.73	-0.05	14.85	1.10	-0.07	14.85	1.36	-0.06
15.25	0.74	-0.05	15.25	1.11	-0.07	15.25	1.37	-0.06
15.65	0.74	-0.05	15.65	1.11	-0.07	15.65	1.38	-0.06
16.05	0.74	-0.05	16.05	1.12	-0.07	16.05	1.37	-0.06
16.45	0.74	-0.05	16.45	1.12	-0.07	16.45	1.38	-0.06
16.85	0.73	-0.05	16.85	1.12	-0.07	16.85	1.38	-0.06
17.25	0.73	-0.05	17.25	1.12	-0.07	17.25	1.38	-0.06
17.65	0.73	-0.05	17.65	1.12	-0.07	17.65	1.38	-0.06
18.05	0.72	-0.05	18.05	1.12	-0.07	18.05	1.38	-0.06
18.45	0.72	-0.05	18.45	1.13	-0.07	18.45	1.39	-0.06
18.85	0.71	-0.05	18.85	1.12	-0.07	18.85	1.39	-0.06
19.25	0.71	-0.05	19.25	1.12	-0.07	19.25	1.38	-0.06
19.65	0.71	-0.05	19.65	1.13	-0.07	19.65	1.38	-0.06

V°B°
LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

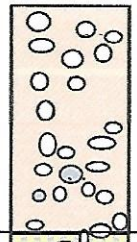
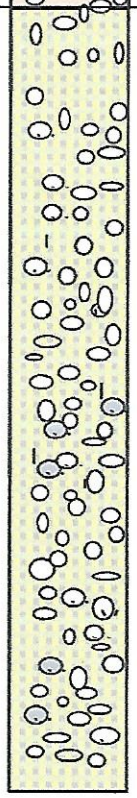
GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

COLUMNA ESTATIGRAFICA

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.

UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2

SIMBOLO (SUCS)	PROF. (m)	SIMBOLO GRAFICO	FALDA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	% Malla Nº 200
	0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7			Arena Limosa SM estrato N° 1 0.70cm.	M-1				
GP	0.8 0.9 1 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3 3.1			**Clasificación AAHSTO** Material granular A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena Excelente a bueno como subgrado Valor del índice de grupo (IG): 0 **Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)** Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio. Grava mal graduada GP FINOS 3.55 % Material aluvial mezcla de grava con arena, grava mayor a 3" Estrato N° 2 2.40 mt.	M-2	1.84	19.50	0.00	3.55

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81670
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

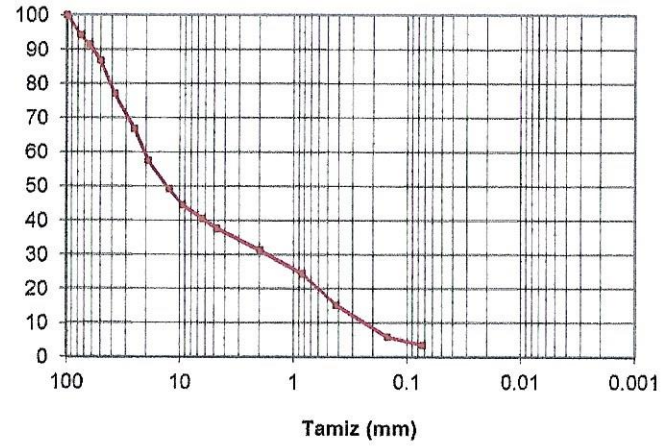
Tamiz	3 1/2"	3	2 1/2"	2	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	4	10	20	40	100	200	pasa
(mm)	100	76.20	63.30	50.60	38.10	25.40	19.050	12.500	9.525	6.350	4.760	2.000	0.840	0.420	0.149	0.074	
Peso retenido	0.00	630.00	290.00	501.00	1048.00	1110.00	1004.0	880.0	510.00	430.00	310.00	120.10	134.00	177.00	178.00	45.00	68.10
Retenido parcial (%)	0.00	5.85	2.70	4.66	9.74	10.32	9.33	8.18	4.74	4.00	2.88	6.26	6.98	9.22	9.27	2.34	3.55
Retenido acumulado (%)	0.00	5.85	8.55	13.21	22.95	33.26	42.59	50.77	55.51	59.50	62.39	68.64	75.62	84.84	94.11	96.45	100.00
(%) que pasa	100.00	94.15	91.45	86.79	77.05	66.74	57.41	49.23	44.49	40.50	37.61	31.36	24.38	15.16	5.89	3.55	0.00

Límite líquido LL	19.50	%
Límite plastico LP	0.00	%
Índice plasticidad IP	0.00	%
Retenido tamiz Nº 4 (5mm):	62.39	%
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	34.07	%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	3.55	%

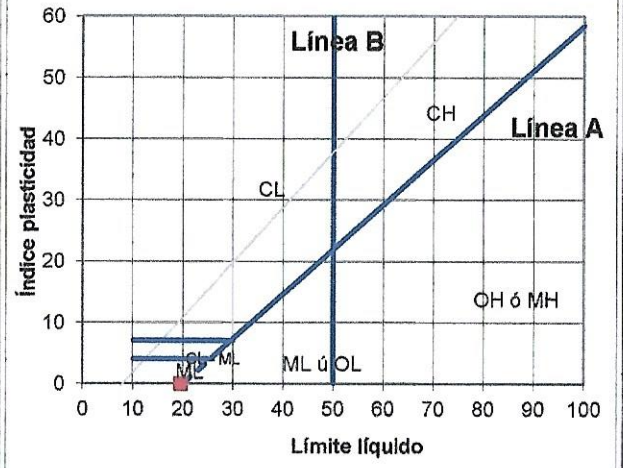
D_{60}:	20.81	mm
D_{30}:	1.77	mm
D_{10} (diámetro efectivo):	0.27	mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	77.34	
Grado de curvatura (Cc):	0.56	

Material granular	Clasificación AAHSTO
Excelente a bueno como subgrado	
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	
Valor del índice de grupo (IG):	0
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.	
Grava mal graduada GP	

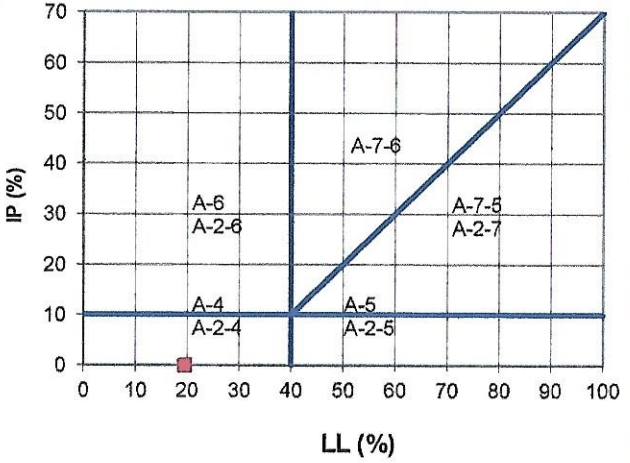
Granulometría



Ábaco de Casagrande



Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)



OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 81870
SUPERVISOR DE OBRA

000031

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

000632

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.

UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA N° 2

FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

DENSIDAD RELATIVA

Datos de muestra : : Material In Situ

Prof. (m.) : 2,40 mt.

DATOS

ENSAYO N°	1			
Densidad Seca in Situ (Dd) gr/cc	1.898			
Densidad Minima (Dmin) gr/cc	1.736			
Densidad Maxima (Dmax) gr/cc	2.007			
DENSIDAD RELATIVA (Dr) gr/cc	63.29			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 1.842 %

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 51670
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CONTROL DE COMPACTACIÓN DEL SUELO

DESCRIPCION	DETALLE				
LUGAR					
REFERENCIA	Calicata				
PROGRESIVA	P-01				
FECHA DE CONTROL					
% HUMEDAD	1.84				
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.933				
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.898				
MAX. DENSIDAD SECA (LABORATORIO) (gr/cm3)	2.007				
% HUMEDAD OPTIMA					
% DE COMPACTACION OBTENIDA					
% DE COMPACTACION ESPECIFICADA					
ESPESOR CONTROLADO (m)	0.10				
RECOMPACTADO (R)	-				

VºBº LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER D. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CÉSAR BORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81670
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

ENSAYO DE COMPACTACIÓN
AASHO: T-180 - 74

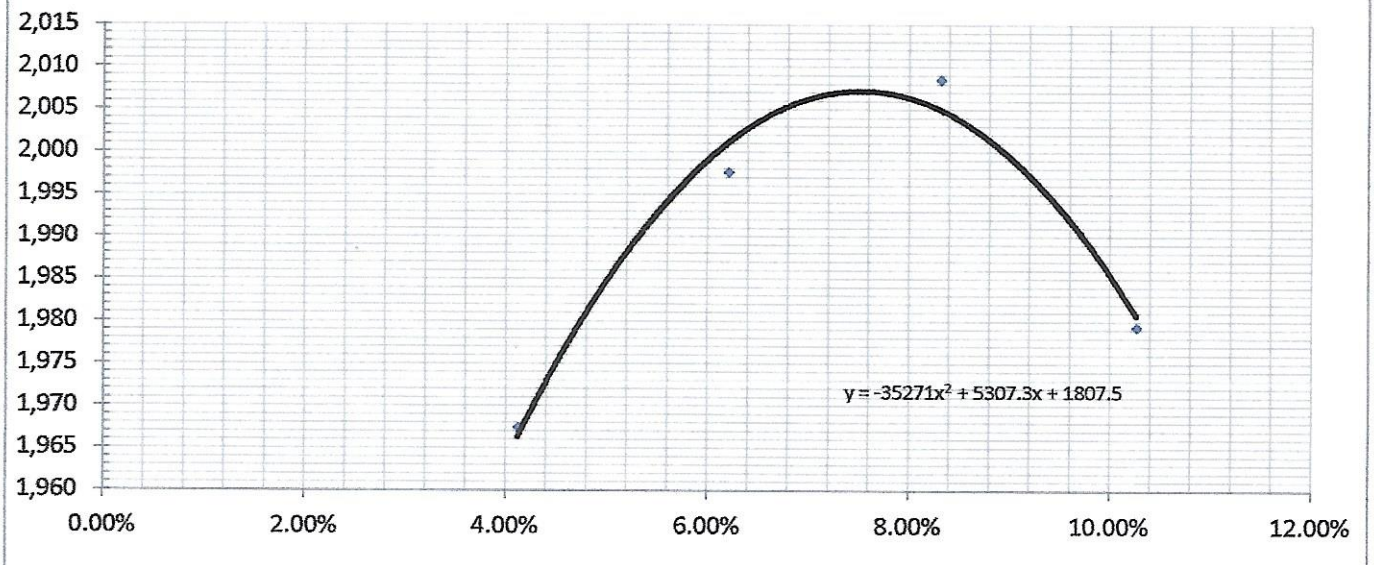
OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD

No. de Capas	Golpes por capa	Peso Martillo	Altura caída	PESO INICIAL DE LA MUESTRA
5	56	10 lb	18"	6000

			1		2		3		4	
Peso suelo húmedo + molde	(GR)	A	10,594		10,750		10,865		10,880	
Peso del molde	(GR)	B	6,225		6,225		6,225		6,225	
Peso suelo húmedo	(GR)	C=A-B	4,370		4,526		4,641		4,656	
Volúmen del molde	(cm³)	D	2,133		2133		2133		2133	
Densidad húmeda	(GR/cm³)	E=C/D	2,049		2,122		2,176		2,183	
Cápsula No.			1	2	3	4	5	6	7	8
Cápsula + suelo húmedo	(GR)	F	240.10		253.20		310.00		210.50	
Cápsula + suelo seco	(GR)	G	230.60		238.40		286.20		190.90	
Peso de agua	(GR)	H=F-G	9.50		14.80		23.80		19.60	
Peso de la Cápsula	(GR)	I	0.00		0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco	(GR)	J=G-I	230.60		238.40		286.20		190.90	
Contenido de agua	%	K=H/J	4.12%		6.21%		8.32%		10.27%	
Contenido de agua promedio			4.12%		6.21%		8.32%		10.27%	
Dendidad seca	(GR /cm³)	d s	1,967		1,998		2,009		1,979	

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD



Densidad Máxima:	2,007 kg/cm³

Humedad Optima	7.52%

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

REGIONAL DE TACNA

MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 81879

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

0[illegible]035

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA N° 2
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

DENSIDAD MINIMA

Datos de muestra : : Material In Situ
Prof. (m.) : 2,40 mt.

DATOS

ENSAYO N°	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (gr.)	11890	11810	11833	
PESO DEL MOLDE (gr.)	6682.5	6682.5	6682.5	
PESO DE LA MUESTRA	5208	5128	5151	
VOLUMEN DEL MOLDE	2973	2973	2973	
PESO UNITARIO	1.752	1.725	1.732	
PROMEDIO PONDERADO (KG/M3.)	1.736			

OBSERVACIONES:

Humedad Natural 1.842 %

VºBº
LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR GORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81870
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL

OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de casagrande

NORMA M.T.C. E 110 - E 111 - 2000

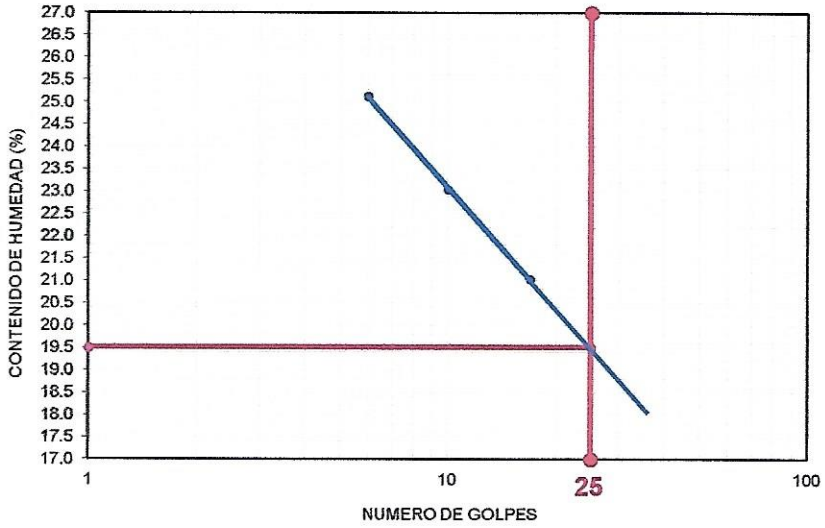
OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.

UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA

MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2

FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

LIMITE LIQUIDO						LIMITE PLASTICO		
N° DE ENSAYOS		01	02	03	04			
N° DE GOLPES		17	10	6				
N° DE TARA		T-1	T-2	T-3				
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	GR	49.30	45.88	47.40				
PESO DEL SUELO SECO + TARA	GR	46.10	43.27	44.20				
PESO DE LA TARA	GR	30.88	31.94	31.46				
PESO DEL AGUA	GR	3.20	2.61	3.20				
PESO DEL SUELO SECO	GR	15.22	11.33	12.74				
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	21.02	23.04	25.12				



RESULTADOS :		
LIMITE LIQUIDO	%	19.50
LIMITE PLASTICO	%	
INDICE PLASTICO	%	

OBSERVACIONES :

Material muestreado en calicata.

LABORATORIO DE SUELOS

JAVIER E. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR CORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81670
SUPERVISOR DE OBRA

GERENCIA GENERAL REGIONAL
OFICINA EJECUTIVA DE SUPERVISION

HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

OBRA : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ATENCION AL USUARIO DE LA DIRECCION
: REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO - REGION TACNA.
UBICACIÓN : PROVINCIA TACNA - REGION TACNA
MATERIAL : IN-SITU CALICATA Nº 2
FECHA : TACNA 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013

HUMEDAD NATURAL

TARRO Nº	1	2		
PESO DE TARRO	134.80			
SUELO HUMEDO + TARA	870.30			
SUELO SECO + TARA	857.00			
PESO DEL AGUA	13.30			
PESO SUELO SECO NETO	722.20			
PORCENTAJE DE HUMEDAD	1.84			
PROMEDIO %	1.84			

OBSERVACIONES: Material muestreado en calicata.

JAVIER C. PEREZ MENESES
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS Y CONCRETO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA
MILTON CESAR CORDILLO MOLINA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 81570
SUPERVISOR DE OBRA

CARACTERIZACIÓN DINÁMICA DE LOS SUELOS EN LA CIUDAD DE TACNA

Autor 1: Alva Hurtado, Jorge Elías, email: jalvah@terra.com.pe.
Ingeniero Civil- UNI. PhD en Ingeniería Civil. Universidad de Massachusetts, Amherst – Massachusetts. Profesor Principal de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI. Rector Interino de la UNI.

Autor 2: Ortiz Salas, Carmen Eleana; email: carmenos_2900@hotmail.com.
Ingeniera Civil - UNSAAC. Magister en Ingeniería Civil con mención en Geotecnia. Especialización en Ingeniería Sismo Resistente UNI. Investigadora - Posgrado FIC UNI. Docente de la Universidad Privada de Tacna.

Autor 3: Huanacuni Quispe, Diana Lizeth; email: diana.huanacuni1@gmail.com
Ingeniero Civil Egresado de la Escuela de Ingeniería Civil - Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna.

Categoría: Geotecnia y Gestión de Riesgos

Palabras clave: Parámetros Dinámicos, Ensayos Geofísicos, Acelerograma, Espectros de Fourier, Espectro de Seudoaceleraciones.

Sinopsis:
La investigación se ha desarrollado en la Ciudad de Tacna, la que está localizada dentro del área que comprende el anillo de fuego del Pacífico, zona de alta actividad sísmica y donde ocurren aproximadamente el 90% de los sismos a nivel mundial. El último evento sísmico de gran magnitud que afectó a la ciudad de Tacna fue el sismo del 23 de Junio del 2001, ocasionando mayores daños en los Distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza, donde se presentan suelos de tipo areno limoso.
Para determinar la amplificación sísmica, así como analizar y simular la interacción suelo estructura de las edificaciones existente ante la presencia de un evento sísmico es necesario determinar las características dinámicas del suelo, por lo cual se ha realizado este trabajo, utilizado los registros de 04 estaciones acelerográficas del sismo 22 de Marzo del 2015, así como 25 sondeos geofísicos MASW , con los que se obtuvo velocidades de ondas V_{s30} que varían de 326 m/s a 564 m/s, Módulos de Elasticidad que se encuentran dentro del rango de 135 kg/cm^2 a 3200 kg/cm^2 , módulos de corte que varían de 535 kg/cm2 a 3200 kg/cm2 y períodos del suelo que varían de 0.10 seg a 0.33seg, en los Distritos de Ciudad Nueva, Alto de la Alianza, Pocollay y Tacna.. Siendo los menores valores encontrados en el Distrito de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza y los máximos en el Distrito de Tacna. Los máximos valores de aceleraciones, espectros de seudoaceleración, períodos del suelo obtenidos corresponden al Distrito de Ciudad Nueva.

Abstract.
This research was developed in the city of Tacna, which is located within the zone of the Pacific Ring of Fire, a high seismic activity area, where approximately 90% of earthquakes occur around the world. The last greatest earthquake that affected the city of Tacna recurred in June 23rd, 2001, causing major damage to the Districts of Ciudad Nueva and Alto de la Alianza, where silty sand soil types are presented.
To determine the value of seismic amplification, analyze and simulate the soil-structure interaction of the existing buildings affected by a seismic event, it is necessary to determine the soil dynamic characteristics, becoming one of the main objectives of this investigation. Four accelerographic stations recorded different seismic events, including seismic events of March 22nd, 2015, as well as 25 geophysical surveys, also known as MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), this survey determines the velocity of shear waves, and the value of Vs30 ratio is between 326 m/sec to 564 m/sec; elastic moduli is determined within the values of 135 kg/cm2 to 3200 kg/cm2, Shear modulus varies between 535 kg/cm2 to 3200 kg/cm2 and soil periods varies from 0.10 sec to 0.33seg, all these values were determined in the Districts of Ciudad Nueva, Alto de la Alianza, Pocollay and Tacna. The lowest values were detected in the Ciudad Nueva District and Alto de la Alianza, and the highest values were detected in the District of Tacna. Besides, the maximum values of acceleration, pseudoacceleration spectra, and soil periods corresponds to the Ciudad Nueva District.

1. INTRODUCCIÓN:

El estudio se ha desarrollado en la Ciudad de Tacna, considerando que en los últimos quinientos años han ocurrido terremotos que en más de una ocasión causaron la destrucción total de la ciudad, como el ocurrido en 1868 que presentó una Magnitud de 9.0 Mw e intensidades del orden de X en la escala Mercalli Modificada.

El último evento sísmico de gran magnitud que afectó a la ciudad de Tacna, fue el sismo del 23 de Junio del 2001, ocasionando mayores daños en los Distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza, donde se presentan suelos de tipo areno limoso.

Por ello surge la necesidad del análisis de los reportes acelerográficos y la aplicación del método de exploración sísmica basada en las características dispersivas de las ondas Rayleigh del método activo MASW o Análisis de Arreglo Multicanal de Ondas Superficiales.

A partir de esta información se ha determinado las aceleraciones, velocidades y desplazamientos en el suelo, Espectros de Fourier, Espectros de Respuesta de Seudo aceleración, los perfiles de ondas corte (Vs) y parámetros elásticos de suelo que permitirán determinar la amplificación sísmicas así como analizar y simular la interacción suelo estructura de las edificaciones existente ante la presencia de un evento sísmico.

2. OBJETIVOS:

Determinar las características dinámicas de los suelos en la Ciudad de Tacna, Distritos de Tacna, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva y Pocollay.

3. MARCO TEORICO

3.1 Tratamiento de Acelerogramas

Para determinar los valores de aceleraciones que se han producido durante el terremoto en el lugar de registro, es necesario hacer un cuidadoso tratamiento del reporte acelerográfico, puesto que los datos que se recogen en campo están en un formato original propio del acelerógrafo, por lo cual se debe considerar los siguientes pasos:

a) Correción por línea base.
b) Filtrado de la señal.
c) Obtención de las historias de aceleración, velocidad y desplazamiento.
d) Obtención de espectros de Fourier.
e) Obtención de los espectros de respuesta.
f) Obtención de otros parámetros significantes con la Intensidad de Arias, duración significante, Intensidad de Housner entre otros.

3.2 Método de Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW)

Los sondajes MASW o Análisis de Ondas Superficiales en Arreglo Multicanal son un método de exploración geofísica que permite determinar la estratigrafía del subsuelo bajo un punto en forma indirecta, basándose en el cambio de las propiedades dinámicas de los materiales que la conforman. Este método consiste en la interpretación de las ondas superficiales (ondas Rayleigh) de un registro en arreglo multicanal, generadas por una fuente de energía impulsiva en puntos localizados a distancias predeterminadas a lo largo de un eje sobre la superficie del terreno, obteniéndose el perfil de velocidades de ondas de corte (Vs) para el punto central de dicha línea (Figura N° 01).

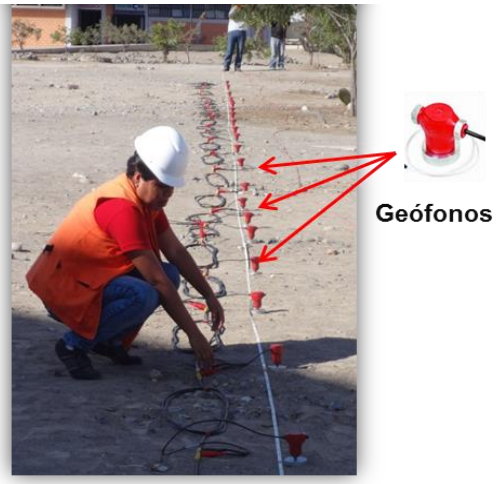


Fig. N°01: Vista del Sondaje MASW

3.3 Parámetros Elásticos

En la teoría de elasticidad de las ondas sísmicas (Kramer, 1996), la velocidad de las ondas S se representan en forma de ecuación de movimiento, para un cuerpo elástico isotrópico de la siguiente manera.

$$v_p = \sqrt{\frac{\lambda - 2\mu}{\rho}} \quad , \quad v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

Donde:

Vp = Velocidad de ondas de compresión
Vs = Velocidad de ondas de corte
λ = Constante de Lame
μ = Rigidez
ρ = Densidad

Relacionando las velocidades de ondas de corte, ondas de compresión y la densidad de los materiales por donde se propagan las ondas se pueden obtener los siguientes parámetros elásticos:

$$\text{Relación de Poisson } (v) \qquad v = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2(V_p/V_s)^2 - 2}$$

$$\text{Módulo de Young } (E_d) \qquad E_d = 2(1+v)G$$

$$\text{Módulo de Corte } (G_{\max}) \qquad G\max = \rho Vs^2$$

4 REPORTE ACELEROGRÁFICO Y ENSAYOS REALIZADOS

Para el análisis de la información acelerográfica se ha utilizado los registros obtenidos del sismo 22 de Marzo del 2015 de 04 estaciones acelerográficas TAC 001 ubicada en la Universidad Jorge Basadre Grohmann, TAC 002, ubicada en la Universidad Privada de Tacna, TAC 003 ubicada en la Municipalidad de Ciudad Nueva y TAC-004 – ubicada en SENCICO correspondientes a los Distritos de Ciudad Nueva, Pocollay y Tacna.

La investigación geofísica consistió en la exploración de los suelos en los distritos de Tacna, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Pocollay, los que incluyen las zonas donde se ubican las casetas acelerográficas.

Se realizaron 25 sondajes de ensayos MASW, utilizándose 24 canales, con una profundidad de 30m y, separación entre geófonos de 0.46 m a 1.5 m para líneas de 54.5 metros. La ubicación de las líneas sísmicas realizadas se presenta en la Fig. N° 02

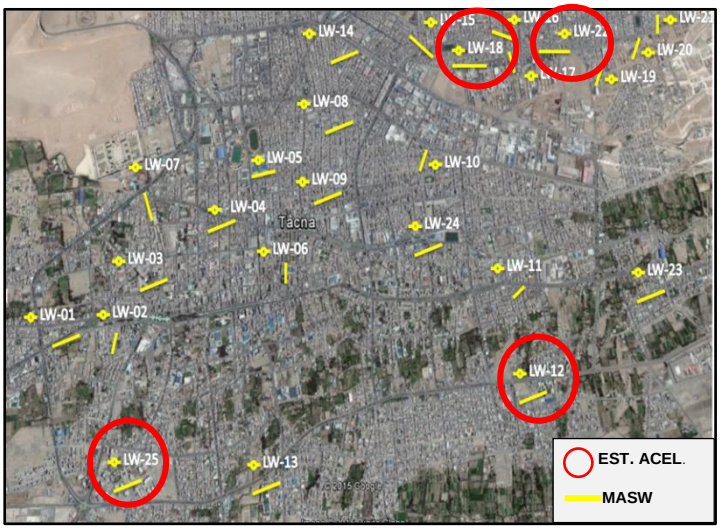


Fig. N°02: Ubicación de líneas sísmicas y Estaciones acelerográficas

5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

5.1 Reporte Acelerográfico del Sismo 22 de Marzo del 2015:

La ubicación del sismo del 22 de Marzo del 2015, tiene dos fuentes, el USGS (United States Geological Survey) y el IGP (Instituto Geofísico del Perú) que se comparan en la Tabla N°01.

Tabla N°01 Ubicación y hora epicentral del sismo según el IGP y USGS

Fuente	Coordenadas geográficas (°)		Profundidad	Hora epicentral
	Latitud Sur	Longitud Oeste	(Km)	UTC
USGS	-18.384	-69.146	120.9 (+-3.8)	04:51:37
IGP	-18.76	-69.75	125	04:51:37
Δ_{IGP}	Δhor= 76.24 Km,		0.24%	-

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) ubica el epicentro a 89Km al Sur Este de Calana, en la Provincia de Tacna, Región de Tacna, con una intensidad máxima en la escala modificada de Mercalli de V Tacna, IV-V Moquegua, Ilo y III-IV Arequipa.

El USGS ubica el epicentro a 48 Km al Sur Este de Putre (Chile), a 122 Km al Este de Arica (Chile), a 123 Km al Sur Este de Tacna (Perú), a 182 Km al Sur Oeste de Patacamaya (Bolivia) y a 233 Km de La Paz (Bolivia).

El Cuadro N°01 resume las ubicaciones y características de las estaciones acelerométricas, la distancia desde la estación al epicentro del sismo (IGP/USGS) y el tipo de suelo correspondiente, los que se estimaron a partir del mapa de zonificación local (Ortiz, 2010).

Cuadro N°01 Ubicaciones de Estaciones Acelerográficas

Nº	Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Coordenadas geográficas		Dist. Epic. con respecto a las coord. IGP en Km	Dist. Epic. con respecto a las coord. USGS en Km
					Latitud Sur (°)	Longitud Oeste (°)		
1	CISMID	TAC001	Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann	Grava probremente gradada	-18.025	-70.249	97.370	123.33
2		TAC002	Universidad Privada de Tacna, Distrito de Pocollay - Tacna.	Grava probremente gradada	-18.005	-70.226	97.92	121.74
3		TAC003	Municipalidad de Ciudad Nueva, Distrito de Ciudad Nueva -Tacna	Arena Limosa	-17.983	-70.237	100.62	123.70
4	SENCICO	TAC004	SENCICO, Distrito de Ciudad Nueva, Tacna	Arena Limosa	-17.988	-70.238	100.20	123.60

Se ha determinado que las máximas aceleraciones del Sismo 22 de Marzo del 2015 fueron registradas en la Estación TAC 004 - SENCICO ubicada en el Distrito de Ciudad Nueva, (Figuras N°03 al N°05) siendo el valor más alto en la componente Vertical de 59.87 cm/seg2. Las estaciones TAC 003-Mun. Ciudad Nueva, TAC 002-UPT y TAC 001-UNJBG; presentan aceleraciones máximas de 42.69 cm/seg^2, 42.67 cm/seg2 y 31.46 cm/seg2. En el Cuadro N°02 se presenta los valores máximos de aceleraciones registradas en cada componente de las estaciones acelerométricas.

Cuadro N°02 Valores máximos de aceleraciones registradas

Nro.	Estación	Aceleraciones Máximas con filtrado (cm/seg^2)			Aceleración Máxima cm/seg^2
		PGA EO	PGA NS	PGA V	
1	TAC001	31.46	30.48	25.70	31.46
2	TAC002	25.97	28.74	42.67	42.67
3	TAC003	42.69	41.39	41.35	42.69
4	TAC004	42.00	41.05	59.87	59.87

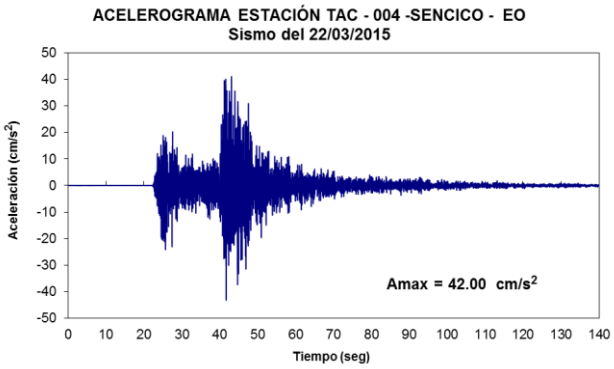


Fig. N°03

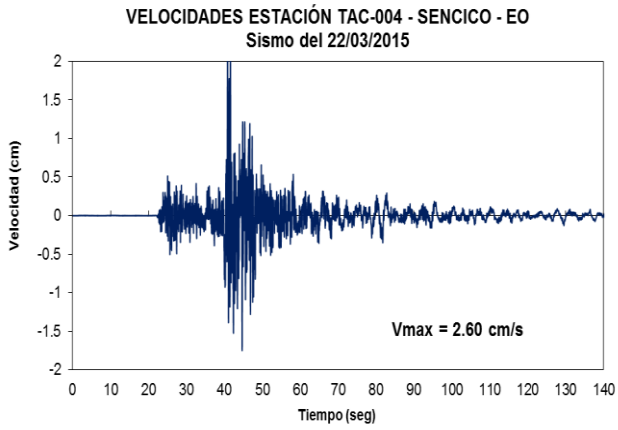


Fig. N°04

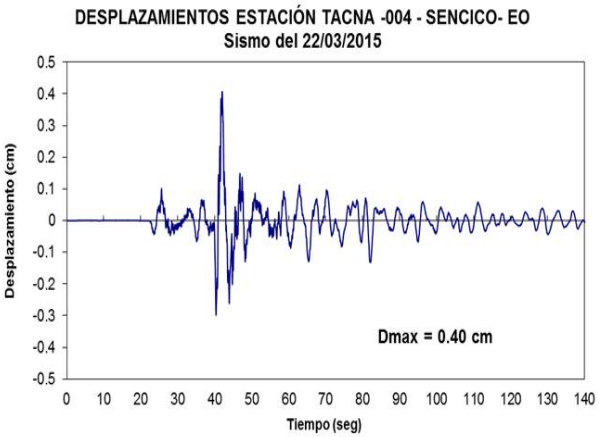


Fig. N°05

Los Espectros de Amplitudes de Fourier presentan contenidos de frecuencias en el intervalo de 0.10 Hertz a 20.0 Hertz. (Fig.N°06)

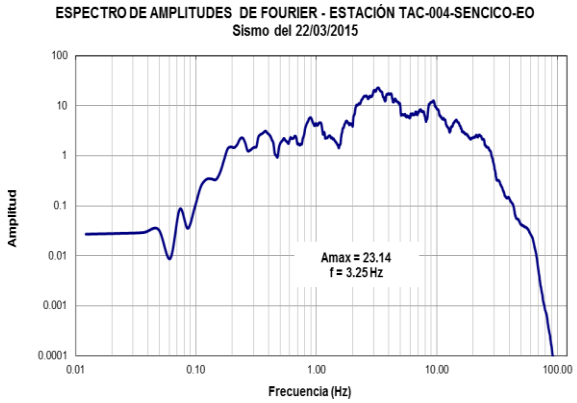


Fig. N°06

Para tener una representación gráfica de la respuesta elástica máxima del suelo para un amortiguamiento del 5% se han obtenido los espectros de seudoaceleración, siendo el valor más alto el obtenido en la Estación TAC 004-SENCICO. Cuadro N°03 y Fig. N°07.

Cuadro N°03 Valores máximos de espectros de seudoaceleración.

Nro.	Estación	Seudoaceleración Espectral (cm/seg^2) 5% de amortiguamiento (con filtrado)			Seudoaceleración espectral máxima (cm/seg2)
		EO	NS	V	
1	TAC001	119.34	115.69	80.82	119.34
2	TAC002	92.17	103.42	123.89	123.89
3	TAC003	156.93	137.16	193.99	193.99
4	TAC004	162.01	164.55	252.05	252.05

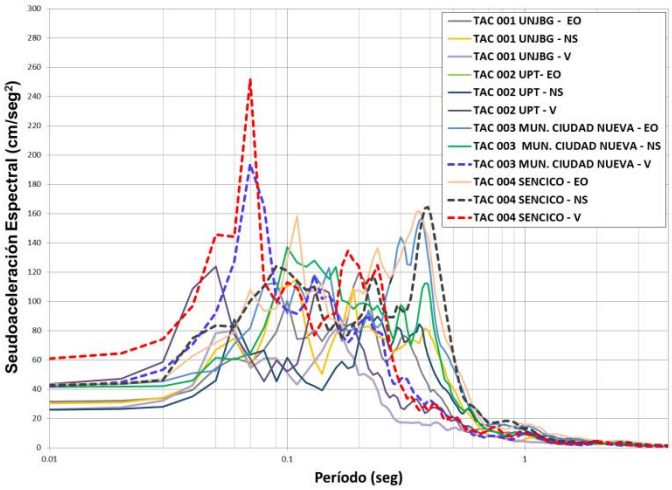


Fig. N°07: Espectro de Respuesta de seudoaceleración

5.2 Sondaje MASW

En perfil de velocidad de corte unidimensional se ha determinado que la velocidad de corte mínima Vs_{30} es de 326 m/s, y el valor máximo es 564 m/s, por lo que el tipo de material tiene una compacidad suelta a muy densa. Se presenta los perfiles sísmicos MASW 25, MASW 12, MASW 22 y MASW 18 correspondiente a las zonas en las que se encuentran ubicadas las estaciones acelerográficas (Figuras N°08 al N°11).

Estos resultados han sido analizados con respecto a los parámetros dinámicos obtenidos de los Ensayos MASW como se aprecia en Cuadro N° 04.

Fig. N° 08: Perfiles de Vs obtenidos en la estación TAC001 - Sondaje MASW-25 - UNJBG

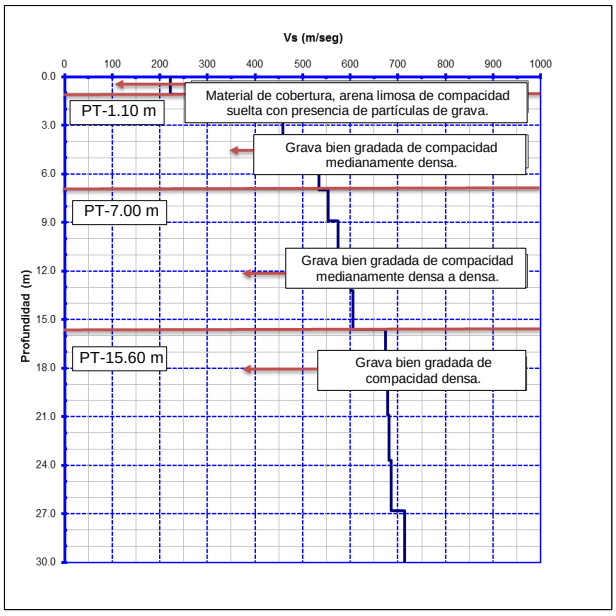


Fig. N° 09: Perfiles de Vs obtenidos en la estación TAC 002 Sondaje MASW 12 – Univ. Privada de Tacna

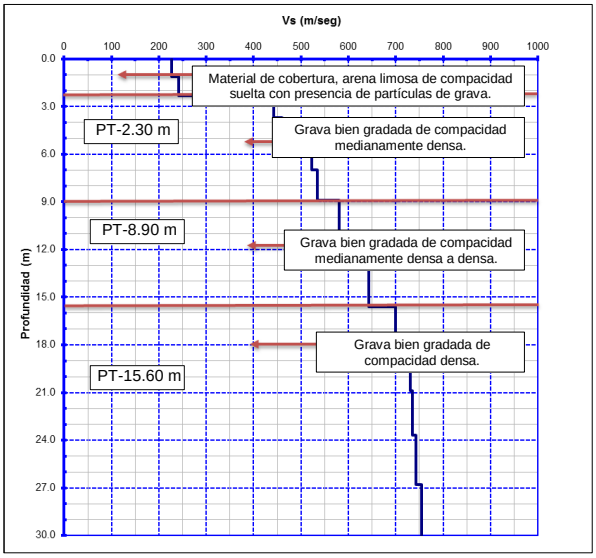


Fig. N° 10: Perfiles de Vs obtenidos en la estación TAC003 Sondaje MASW - 22 – Municipalidad deCiudad Nueva

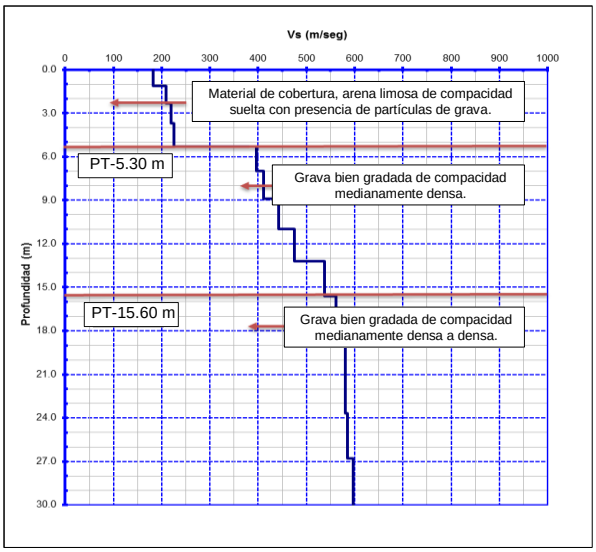
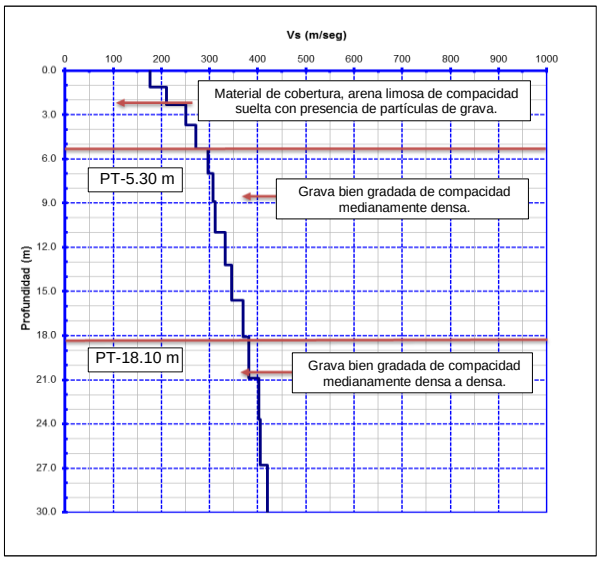


Fig. N° 11: Perfiles de Vs obtenidos en la estación TAC004 Sondaje LW-18 – SENCICO



Cuadro N° 04: Cuadro de Aceleraciones máximas y Velocidades Vs

Ubicación	SISMO DEL 22 de MARZO DEL 2015 ML=6.2 (IGP). Mw =6.4 (USGS)		Sondaje	Estrato	V_S	Espesor	Prof.	Período caract. seg	Descripción
	Aceleracion Maxima cm/seg	Seudoaceleracion espectral maxima (cm/seg2)			(m/s)	(m)	(m)		
TAC001 Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann **TACNA**	31.46	119.34	MASW 25	1	222.41	1.1	30	0.21	Material de cobertura, arena limosa de compacidad suelta con presencia de partículas de grava
				2	375.97	5.9			Grava bien gradada, de compacidad medianamente densa
				3	553.41	8.6			Grava bien gradada, de compacidad medianamente densa a densa
				4	673.56	14.4			Grava bien gradada de compacidad densa
TAC002 Universidad Privada de Tacna **POCOLLAY**	42.67	123.89	MASW 12	1	227.02	2.3	30	0.22	Arena limosa (ceniza volcanica) compacidad suelta a medio densa.
				2	441.63	6.6			Grava pobremente gradada, de compacidad medianamente densa
				3	580.62	6.7			Grava pobremente gradada, de compacidad medianamente densa a densa
				4	700.27	14.4			Grava pobremente gradada de compacidad densa
TAC003 Municipalidad de Ciudad Nueva **CIUDAD NUEVA**	42.69	193.99	MASW 22	1	181.76	5.3	30	0.29	Arena limosa de compacidad suelta
				2	396.45	10.3			Arena limosa de compacidad medianamente densa
				3	561.11	14.4			Arena limosa de compacidad medianamente densa a densa
TAC004 SENCICO **CIUDAD NUEVA**	59.87	252.05	MASW 18	1	175.59	5.3	30	0.30	Arena limosa de compacidad suelta
				2	296.65	12.8			Arena limosa de compacidad medianamente densa
				3	381.33	18.1			Arena limosa de compacidad medianamente densa a densa

De los resultados de reportes acelerográficos y parámetros dinámicos obtenidos con los Ensayos MASW, se tiene que en la Estación TAC003 y TAC004 ubicadas en el Distrito de Ciudad Nueva se han obtenido las máximas aceleraciones, espectros de seudoaceleración, y períodos del suelo. Los mínimos valores de Vs que varían de 250 m/s a 560m/s se han obtenido en los Distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza, por lo que se considera que las mayores amplificaciones sísmicas en eventos de mayor magnitud, se presentarán en estos Distritos.

5.3 Estimación de Parámetros Elásticos

Para el presente estudio, los ensayos geofísicos proporcionaron la velocidad de ondas de corte (Vs) del perfil estratigráfico. Por su parte para estimar la densidad y el módulo de Poisson de los materiales, se asumieron valores característicos, lo cual posibilitó mediante el empleo de las formulaciones antes indicadas, obtener los parámetros dinámicos del área de estudio.

Se caracterizaron los sondajes MASW mediante el criterio del Vs30, de acuerdo al International Building Code 2012, para lo cual se pondera la distribución de velocidades de ondas de corte hasta 30 m de profundidad.

Los valores de velocidades de ondas de corte que considera el código se presentan en la Tabla N° 02.

Tabla N°02 Clasificación de Sitio Según la International Building Code 2012

SITE CLASS	Nombre característico	Vs_{30} (m/s)
A	Roca muy dura	Vs30 > 1520
B	Roca dura	760<Vs30<1520
C	Suelo muy denso o roca blanda	360<Vs30<760
D	Suelo rígido	180<Vs30<360
E	Suelo blando	Vs30<180

Los resultados obtenidos de V_{s30} de los 25 sondajes MASW se presentan en los Cuadros N° 05 y 06 .

Cuadro N° 05: Velocidades Vs_{30} y Clasificación de Sitio

Ubicación	Sondaje	$V_{S\ 30}$ (m/s)	Clase de Sitio
Estación TAC001 UNJBG (Tacna)	MASW 25	564.00	C
Estación TAC002 UPT(Pocollay)	MASW 12	556.00	C
Estación TAC003 Mun. Ciudad Nueva (Ciudad Nueva)	MASW 22	412.00	C
Estación TAC004 SENCICO (Ciudad Nueva)	MASW 18	326.00	D

Cuadro N° 06

Ubicación	Sondaje	$V_{S\ 30}$ (m/s)	Clase de Sitio
Tacna	MASW 01	470.00	C
Tacna	MASW 02	524.00	C
Tacna	MASW 03	448.00	C
Tacna	MASW 04	520.00	C
Tacna	MASW 05	540.00	C
Tacna	MASW 06	531.00	C
Tacna	MASW 07	484.00	C
Tacna	MASW 08	492.00	C
Tacna	MASW 09	524.00	C
Tacna	MASW 10	458.00	C
Pocollay	MASW 11	554.00	C
Tacna	MASW 13	541.00	C
Alto de la Alianza	MASW 14	427.00	C
Alto de la Alianza	MASW 15	396.00	C
Ciudad Nueva	MASW 16	363.00	C
Ciudad Nueva	MASW 17	341.00	D
Ciudad Nueva	MASW 19	346.00	D
Ciudad Nueva	MASW 20	359.00	D
Ciudad Nueva	MASW 21	433.00	C
Pocollay	MASW 23	448.00	C
Tacna	MASW 24	560.00	C

Asimismo se ha determinado los módulos de elasticidad los que varían de 135 Kg/cm^2 a 3200 Kg/m^2. Los módulos de corte varían de 535 Kg/cm^2 a 12,200 kg/cm^2. Siendo los menores valores encontrados en el Distrito de Ciudad Nueva y los máximos en el Distrito de Tacna. Los períodos del suelo en la zona de estudio varían de 0.10 seg a 0.33seg.

Los valores de los parámetros elásticos obtenidos en las casetas acelerográficas se presentan en los Cuadros N° 07 al N° 10.

Cuadro N° 07: Parámetros Elásticos obtenidos en el Sondaje LW-25

Profundidad h(m)		Velocidad de Onda S (m/seg)	Módulo de Corte (kg/cm^2)	Módulo de Young (kg/cm^2)
Desde	Hasta	Vsi	G	Es
0.00	1.10	222.41	858	215
1.10	2.30	375.97	2,596	675
2.30	3.70	459.14	3,872	1,007
3.70	5.30	507.66	4,734	1,231
5.30	7.00	535.14	5,260	1,368
7.00	8.90	553.41	5,938	1,544
8.90	11.00	575.02	6,411	1,667
11.00	13.20	601.59	7,017	1,824
13.20	15.60	605.88	7,117	1,850
15.60	18.10	673.56	9,722	2,528
18.10	20.90	678.53	9,866	2,565
20.90	23.70	682.01	9,967	2,591
23.70	26.80	686.72	10,105	2,627
26.80	30.00	713.79	10,918	2,839

Cuadro N° 08: Parámetros Elásticos obtenidos en el Sondaje LW-12

Profundidad h(m)		Velocidad de Onda S (m/seg)	Módulo de Corte (kg/cm^2)	Módulo de Young (kg/cm^2)
Desde	Hasta	Vsi	G	Es
0.00	1.10	227.02	894	224
1.10	2.30	241.41	1,011	253
2.30	3.70	441.63	3,582	931
3.70	5.30	459.51	3,878	1,008
5.30	7.00	522.50	5,014	1,304
7.00	8.90	534.53	5,248	1,364
8.90	11.00	580.62	6,536	1,699
11.00	13.20	592.07	6,796	1,767
13.20	15.60	643.40	8,026	2,087
15.60	18.10	700.27	10,508	2,732
18.10	20.90	731.40	11,463	2,980
20.90	23.70	735.77	11,601	3,016
23.70	26.80	742.34	11,809	3,070
26.80	30.00	753.89	12,179	3,167

Cuadro N° 09: Parámetros Elásticos obtenidos en el Sondaje LW-22

Profundidad h(m)		Velocidad de Onda S (m/seg)	Módulo de Corte (kg/cm^2)	Módulo de Young (kg/cm^2)
Desde	Hasta	Vsi	G	Es
0.00	1.10	181.76	573	143
1.10	2.30	208.88	757	189
2.30	3.70	218.70	830	207
3.70	5.30	225.91	885	221
5.30	7.00	396.45	2,887	751
7.00	8.90	411.61	3,112	809
8.90	11.00	441.94	3,587	933
11.00	13.20	475.29	4,149	1,079
13.20	15.60	536.92	5,295	1,377
15.60	18.10	561.11	6,104	1,587
18.10	20.90	579.93	6,520	1,695
20.90	23.70	580.69	6,537	1,700
23.70	26.80	585.00	6,635	1,725
26.80	30.00	596.25	6,893	1,792

Cuadro N° 10: Parámetros Elásticos obtenidos en la estación TAC004 - Sondaje LW-18

Profundidad h(m)		Velocidad de Onda S (m/seg)	Módulo de Corte (kg/cm²)	Módulo de Young (kg/cm²)
Desde	Hasta	Vsi	G	Es
0.00	1.10	175.59	535	134
1.10	2.30	209.98	765	191
2.30	3.70	250.24	1,086	272
3.70	5.30	271.29	1,277	319
5.30	7.00	296.65	1,616	420
7.00	8.90	307.79	1,740	452
8.90	11.00	312.18	1,790	465
11.00	13.20	332.66	2,033	528
13.20	15.60	345.85	2,197	571
15.60	18.10	369.16	2,503	651
18.10	20.90	381.33	2,819	733
20.90	23.70	402.34	3,139	816
23.70	26.80	405.05	3,181	827
26.80	30.00	419.77	3,416	888

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se determinaron las características dinámicas de los suelos en la Ciudad de Tacna con mediciones geofísicas MASW, obteniendo velocidades de ondas V_{s30} que varían de 326 m/s a 564 m/s, Módulos de Elasticidad que se encuentran dentro del rango de 135 kg/cm^2 a 3200 kg/cm^2 y módulos de corte que varían de 535 kg/cm2 a 3200 kg/cm2 y períodos del suelo que varían de 0.10 seg a 0.33seg. Siendo los menores valores encontrados en el Distrito de Ciudad Nueva y los máximos en el Distrito de Tacna.
- De los resultados obtenidos al procesar los reportes acelerográficos y los parámetros elásticos obtenidos de los Ensayos MASW se concluye que las mayores amplificaciones sísmicas se presentarán en el Distrito de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza.
- Se ha analizado los resultados del trabajo de investigación encontrando suelo de compacidad densa a profundidades mayores de 18.00m en el distrito de Tacna, suelo de compacidad medianamente densa a densa en el distrito de Ciudad Nueva a profundidades mayores de 18.00 m, en Alto de la Alianza a una profundidad de 21.00 m y en Pocollay a una profundidad de 16.00 m.
- Esta información permitirá analizar y simular la interacción suelo estructura de las edificaciones existente ante la presencia de un evento sísmico.

7. AGRADECIMIENTOS:

Se agradece a la Empresa Jorge E. Alva Hurtado Ingenieros E.I.R.L. por el patrocinio para este trabajo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Arce Helberg, J. “La Geofísica Aplicada a la Microzonificación – Métodos de Prospección Geofísica en Estudios de Ingeniería”, CISMID-UNI. (1991).
- IBC “International building Code”, USA. (2012).
- Kramer S. “Geotechnical Earthquake Engineering” Ed. Prentice Hall. New Jersey – USA. (1996).
- Alva Hurtado, J.; Ortiz C. (2015), “Reporte Acelerográfico del Sismo de Putre del 22 de Marzo del 2015”, Sección de Posgrado FIC UNI.(2015)
- Alva Hurtado, J.; Meneses, J. y Guzmán, V. “Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú”, V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna. (1984).
- Department of the Army Corps of Engineers Geophysical Exploration – Engineering and Design. USA. Office of the Chief of Engineers. (1979).
- Hayashi, K. y Suzuki, H. “CMP Cross-correlation Analysis of Multi-Channel Surface-Wave Data”, Exploration Geophysics, V35, 07–13. (2004).
- Cortez Flores, Adel M. “Site Response Of The 2001 Southern Peru Earthquake”, Tesis de Maestría en Ciencias en Ingeniería Civil - Washington State University. (2004).
- Ortiz Salas Carmen E. “Proyecto piloto de medida de distribución de las intensidades sísmicas en la ciudad de Tacna mediante la Instalación de Sismoscopios – Tacna 2010”. Sección de Posgrado FIC UNI. (2010).

Matriz de variables operacionales

	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
GENERAL	¿Cómo será la respuesta estructural de una edificación aporticada de 6 niveles, considerando su interacción suelo estructura, cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna?	Comparar la respuesta estructural de una edificación aporticada de 6 niveles, considerando su interacción suelo estructura, cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna	La respuesta estructural de una edificación de 6 niveles, considerando interacción suelo estructura, tiene incrementos significativos en su periodo de vibración, y disminución de fuerzas internas y derivas.	**VARIABLE INDEPENDIENTE** - Interacción Suelo Estructura	- Clasificación del suelo - Densidad del suelo - Capacidad de Carga
ESPECIFICO	¿Cuáles serán las fuerzas internas de los elementos estructurales de la edificación aporticada, cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna?	Determinar las fuerzas internas de los elementos estructurales de la edificación aporticada cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna	Las fuerzas internas de los elementos estructurales de la edificación aporticada se reducen al considerar al suelo en el análisis	**VARIABLE DEPENDIENTE** - Respuesta estructural	- Fuerzas internas en los elementos estructurales - Derivas de Entrepiso - Periodo de Vibración del primer modo de vibración
	¿Cuáles serán las derivas de entrepiso de la edificación aporticada cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna?	Determinar las derivas de entrepiso de la edificación aporticada, cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna	Las derivas de entrepiso de la edificación aporticada se reducen al considerar la interacción suelo estructura en el análisis		
	¿Cuál será el periodo de vibración de la edificación aporticada cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna?	Determinar el periodo de vibración de la edificación aporticada cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna	El periodo de vibración de la edificación aporticada se incrementa al considerar la interacción suelo estructura en el análisis		