



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION**

## **EVALUACION DE ORIGINALIDAD**

**N° 015-74729657**

# **CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **INFORME FINAL DE TESIS** cuyo título es:

**APLICACIÓN DE LAS NORMAS TECNICAS PERUANAS (339.127, 339.128, 339.129, 339.134, 339.135, 339.143, 339.159, 339.171) PARA DETERMINAR LA ZONIFICACION GEOTECNICA ACTUALIZADA EN LA ZONA 11 Y ZONA 12 DEL DISTRITO DE LA TINGUÑA-ICA**

presentado por:

**POMA TIPTTE, DAYNER VERCELLI**

**ALLCCA POMA, ALEXIS JAROL**

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es **14% de similitud** por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 22 de julio de 2021

**DAVID MOTTA HUAYANCA**  
Técnico Operador Tecnológico:

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" Ica  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DR. ING. MARTIN HAMILTON WILSON HUAMANQUI  
Director de la Unidad de Investigación de la



**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TITULO:

**APLICACIÓN DE LAS NORMAS TECNICAS PERUANAS (339.127,  
339.128, 339.129, 339.134, 339.135, 339.143, 339.159, 339.171) PARA  
DETERMINAR LA ZONIFICACION GEOTECNICA  
ACTUALIZADA EN LA ZONA 11 Y ZONA 12 DEL DISTRITO DE  
LA TINGUÑA-ICA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO CIVIL**

MODALIDAD:  
**TESIS DE GRADO**

AUTOR:

**BACHILLER ALLCCA POMA ALEXIS JAROL  
BACHILLER POMA TIPTÉ DAYNER VERCELLI**

ASESOR:

**MAG. ANTONIO HERNÁNDEZ CASTILLO**

ICA – PERÚ  
2019

## DEDICATORIAS

*Quiero dedicar el fruto de este trabajo a todos aquellos amigos que me prestaron su apoyo y sincera amistad durante toda la carrera y más, dedicárselo a mi familia, en especial a mis padres y que sea un motivo de orgullo por el esfuerzo que dedicaron en mí educación y formación. También a la señorita Fiorella Esther, con mucho cariño para ti. Me va a faltar hojas para nombrar a mi amada facultad, mis profesores, a nuestro Asesor, el Ing. Antonio Hernández Castillo, y a mi compañero y considerado hermano Alexis Jarol Allca Poma.*

*Dayner Vercelli Poma Tipte*

*Este trabajo está dedicado a mis padres agradeciendo su apoyo incondicional de cada día, al Ingeniero Antonio Hernández Castillo que nos supo guiar paso a paso en la elaboración de la tesis y a mi primo Dayner que sin el este trabajo no estaría hecho con gran éxito*

*De Alexis Jarol Allca Poma:*

## **AGRADECIMIENTOS**

Que oportuno tener este apartado para expresar los más sinceros agradecimientos. La vida ha sido un proceso de cambios que no para, cambios que nos deben llevar a superarnos poco a poco, pero en cada punto de inflexión es meritorio saber mirar atrás y agradecer por todo, pues el a suma de todo lo hecho lo que nos ubica en la posición en la que estamos. Así pues, la vida universitaria se ha ido, dejándonos entre tantos, gratos recuerdos, gratas personas, gratos méritos. Queremos agradecer profundamente a nuestra Facultad de Ingeniería Civil, que nos acogió como temerosos egresados del colegio y nos formó para ser profesionales de bien.

Muchas gracias querida FIC, de nuestra alma Mater “Universidad San Luis Gonzaga de Ica”.

Muchas Gracias estimados ingenieros y profesores, por compartir sus enseñanzas y experiencias con nosotros en aquellas aulas, en mañanas, tardes y noches sin importar horarios, ahí siempre presentes.

Muchas gracias a nuestro asesor el Ing. Antonio Hernández Castillo, por su paciencia, su sabiduría, su guía para poder ejecutar de la mejor manera este trabajo.

Muchas gracias a nuestros compañeros, demostrando que en la amistad como en la vida, la unión hace la fuerza, hoy todos somos personas formadas para bien.

Muchas gracias a nuestros padres, por su apoyo, por la oportunidad brindada que no todos gozan ni todos aprovechan, pero por su ahínco hoy estamos aquí.

Agradecer a nuestra fuerza del alma, a Dios por ser un pilar incondicional donde uno se puede apoyar siempre, y es gracias a su intervención que todo termina bien.

## Contenido

DEDICATORIAS .....	1
AGRADECIMIENTOS .....	2
INDICE DE TABLAS .....	7
INDICE DE FIGURAS .....	11
RESUMEN .....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUCCION .....	17
CAPITULO I .....	18
1. MARCO TEORICO .....	18
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	18
1.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL.....	18
1.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL .....	19
1.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL .....	21
1.2. BASES TEORICAS DE LA INVESTIGACION .....	22
1.2.1. Norma E 0.50 Suelos y Cimentaciones. ....	22
1.2.2. Suelo. ....	35
1.2.3. Estructuración. ....	38
1.2.4. Granulometría. ....	40
1.2.5. Plasticidad.....	42
1.2.6. Clasificación de suelos. ....	44
1.3. MARCO LEGAL .....	45
1.4. MARCO CONCEPTUAL.....	45
CAPITULO II .....	46
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	46
2.1. SITUACION PROBLEMÁTICA .....	46
2.2. FORMULACION DE PROBLEMAS .....	46
2.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	46
2.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS.....	46
2.3. DELIMITACION DEL PROBLEMA .....	46

2.3.1. DELIMITACION ESPACIAL A GEOGRAFICA .....	46
2.3.2. DELIMITACION TEMPORAL.....	54
2.3.3. DELIMITACION SOCIAL.....	54
2.3.4. DELIMITACION CONCEPTUAL.....	56
2.4. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION .....	56
2.4.1. JUSTIFICACION .....	56
2.4.2. IMPORTANCIA.....	56
2.5. OBJETIVOS DE INVESTIGACION .....	57
2.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	57
2.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	57
2.6. HIPOTESIS DE INVESTIGACION .....	57
2.6.1. HIPOTESIS GENERAL.....	57
2.6.2. HIPOTESIS ESPECIFICOS.....	57
2.7. VARIABLES DE INVESTIGACION .....	58
2.7.1. IDENTIFICACION DE VARIABLES .....	58
2.7.2. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....	59
2.7.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	60
CAPITULO III.....	61
3. ESTRATEGIA METODOLOGICA/ METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....	61
3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACION .....	61
3.1.1. Tipo de Investigación .....	61
3.1.2. Nivel de Investigación .....	61
3.1.3. Diseño de Investigación.....	61
3.2. POBLACION Y MUESTRA MATERIA DE INVESTIGACION .....	61
3.2.1. Población de Estudio .....	61
3.2.2. Muestra de Estudio .....	61
CAPITULO IV .....	62

4.	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION .....	62
4.1.	TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS .....	62
4.2.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS .....	62
4.3.	TECNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS, ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS .....	62
4.4.	METODOS DE LOS ENSAYOS .....	63
4.4.1.	Análisis Granulométrico de Suelos (NTP 339.128, ASTM D 422; D 1140)	63
4.4.2.	Contenido de Humedad (NTP 339.127, ASTM D 2216) .....	66
4.4.3.	Límites de Atterberg (NTP 339.129, ASTM D 4318).....	68
4.4.4.	Densidad de Campo In Situ (NTP 339.143, ASTM D 1556).....	72
4.4.5.	Ensayo de Corte Directo (NTP 339.171, ASTM D3080).....	74
4.4.6.	Ensayo de Penetrómetro Dinámico Ligero (NTP 339.159, ASTM D 3441).	76
4.4.7.	Clasificación de los Suelos .....	77
4.5.	ESTRATIGRAFIA DE LOS SUELOS (Norma E0.50) .....	81
4.6.	USO DEL SOFTWARE CIVIL 3D .....	81
CAPITULO V .....		82
5.	PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS...	82
5.1.	PRESENTACION E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	82
5.1.1.	Ubicación de Calicatas.....	82
5.1.2.	Resultados del Limite Líquido y Límite Plástico .....	82
5.1.3.	Resultados del Contenido de Humedad .....	88
5.1.4.	Resultados de la Densidad de Campo.....	96
5.1.5.	Resultados de Granulometría.....	97
5.1.6.	Resultados de los Ensayos de Corte Directo .....	126
5.1.7.	Resultados del Ensayo de Penetrómetro Dinámico Ligero .....	150
5.1.8.	Estratigrafía de la Zona de Trabajo .....	153
5.1.9.	Cálculo de la Capacidad Portante .....	162
5.1.10.	Clasificación de Suelos por SUCS y ASSHTO.....	167

5.1.11. Zonificación Geotécnica de los Suelos.....	169
5.1.12. Zonificación de la Capacidad Portante de los Suelos.....	169
5.2. DISCUSION DE RESULTADOS .....	169
5.2.1. Zona 12 – AA.HH. Los Rosales .....	170
5.2.2. Zona 11 – HH.UU. San Ignacio.....	172
CAPITULO VI .....	175
6. COMPROBACION DE HIPOTESIS .....	175
6.1. CONTRASTACION DE HIPOTESIS GENERAL.....	175
6.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS ESPECÍFICAS .....	175
7. CONCLUSIONES .....	176
8. RECOMENDACIONES.....	177
9. FUENTES DE INFORMACION .....	184
9.1. Bibliografía .....	184
10. ANEXOS .....	185
10.1. Planos .....	185
10.1.1. Zonificación Geotécnica.....	185
10.1.2. Zonificación por Capacidad Portante .....	185
10.1.3. Mapeo de Exploración .....	185
10.2. Panel Fotográfico .....	185

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Técnicas de Exploración .....	25
<b>Tabla 2</b> Aplicaciones y Limitaciones de Ensayos.....	28
<b>Tabla 3</b> Tipos de Muestras .....	29
<b>Tabla 4</b> Ensayos de Laboratorio .....	30
<b>Tabla 5</b> Técnicas de Exploración .....	32
<b>Tabla 6</b> Simbología de Suelos.....	33
<b>Tabla 7</b> Simbología de Suelos.....	34
<b>Tabla 8</b> Límites de separación de tamaños de suelo .....	38
<b>Tabla 9</b> Tamaños Estándar de Tamices .....	41
<b>Tabla 10</b> Coordenadas UTM – HH.UU. San Ignacio .....	52
<b>Tabla 11</b> Coordenadas UTM – AA.HH. Los Rosales.....	53
<b>Tabla 12</b> Censos de la población en la Provincia de Ica.....	54
<b>Tabla 13</b> Densidad Poblacional de la Provincia de Ica.....	55
<b>Tabla 14</b> Operacionalización de Variables .....	59
<b>Tabla 15</b> Matriz de Consistencia.....	60
<b>Tabla 16</b> Tabla de Tamices .....	63
<b>Tabla 17</b> Cantidad de muestras según TMN .....	68
<b>Tabla 18</b> Tiempo de consolidación de espécimen .....	75
<b>Tabla 19</b> Nomenclatura y Prefijos .....	78
<b>Tabla 20</b> Cuadro de Coordenadas de las Calicatas Exploradas .....	82
<b>Tabla 21</b> Resultados C1 .....	82
<b>Tabla 22</b> Resultados C2 .....	83
<b>Tabla 23</b> Resultados C3 .....	84
<b>Tabla 24</b> Resultados C4 .....	84
<b>Tabla 25</b> Resultados C5 .....	85
<b>Tabla 26</b> Resultados P1.....	86
<b>Tabla 27</b> Resultados P2.....	86
<b>Tabla 28</b> Resultados P3.....	87
<b>Tabla 29</b> Resultados P4.....	88
<b>Tabla 30</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C1-E1.....	88
<b>Tabla 31</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C1-E2.....	89
<b>Tabla 32</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C1-E3.....	89
<b>Tabla 33</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C2-E1.....	89
<b>Tabla 34</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C2-E2.....	89
<b>Tabla 35</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C2-E3.....	90
<b>Tabla 36</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C3-E1.....	90
<b>Tabla 37</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C3-E2.....	90
<b>Tabla 38</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C3-E3.....	90
<b>Tabla 39</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C4-E1.....	91
<b>Tabla 40</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C4-E2.....	91
<b>Tabla 41</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C4-E3.....	91
<b>Tabla 42</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C5-E1.....	91
<b>Tabla 43</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C5-E2.....	92

<b>Tabla 44</b> Cuadro Datos Contenido Humedad C5-E3.....	92
<b>Tabla 45</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P1-E1 .....	92
<b>Tabla 46</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P1-E2 .....	92
<b>Tabla 47</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P1-E3 .....	93
<b>Tabla 48</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P1-E4 .....	93
<b>Tabla 49</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P1-E5 .....	93
<b>Tabla 50</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P2-E1 .....	93
<b>Tabla 51</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P2-E2 .....	94
<b>Tabla 52</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P2-E3 .....	94
<b>Tabla 53</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P3-E1 .....	94
<b>Tabla 54</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P3-E2 .....	94
<b>Tabla 55</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P3-E3 .....	95
<b>Tabla 56</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P4-E1 .....	95
<b>Tabla 57</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P4-E2 .....	95
<b>Tabla 58</b> Cuadro Datos Contenido Humedad P4-E3 .....	95
<b>Tabla 59</b> Densidad In situ P3-E1 .....	96
<b>Tabla 60</b> Densidad In situ P4-E2 .....	96
<b>Tabla 61</b> Granulometría C1-E1 .....	97
<b>Tabla 62</b> Granulometría C1-E2.....	98
<b>Tabla 63</b> Granulometría C1-E3.....	99
<b>Tabla 64</b> Granulometría C2-E1 .....	100
<b>Tabla 65</b> Granulometría C2-E2.....	101
<b>Tabla 66</b> Granulometría C2-E3.....	102
<b>Tabla 67</b> Granulometría C3-E1 .....	103
<b>Tabla 68</b> Granulometría C3-E2.....	104
<b>Tabla 69</b> Granulometría C3-E3.....	105
<b>Tabla 70</b> Granulometría C4-E1 .....	106
<b>Tabla 71</b> Granulometría C4-E2.....	107
<b>Tabla 72</b> Granulometría C4-E3.....	108
<b>Tabla 73</b> Granulometría C5-E1 .....	109
<b>Tabla 74</b> Granulometría C5-E2.....	110
<b>Tabla 75</b> Granulometría C5-E3.....	111
<b>Tabla 76</b> Granulometría P1-E1 .....	112
<b>Tabla 77</b> Granulometría P1-E2 .....	113
<b>Tabla 78</b> Granulometría P1-E3 .....	114
<b>Tabla 79</b> Granulometría P1-E4 .....	115
<b>Tabla 80</b> Granulometría P1-E5 .....	116
<b>Tabla 81</b> Granulometría P2-E1 .....	117
<b>Tabla 82</b> Granulometría P2-E2 .....	118
<b>Tabla 83</b> Granulometría P2-E3 .....	119
<b>Tabla 84</b> Granulometría P3-E1 .....	120
<b>Tabla 85</b> Granulometría P3-E2 .....	121
<b>Tabla 86</b> Granulometría P3-E3 .....	122
<b>Tabla 87</b> Granulometría P4-E1 .....	123

<b>Tabla 88</b> Granulometría P4-E2 .....	124
<b>Tabla 89</b> Granulometría P4-E3 .....	125
<b>Tabla 90</b> Ensayo Corte Directo C1-E3, Carga 1 .....	126
<b>Tabla 91</b> Ensayo Corte Directo C1-E3, Carga 2 .....	127
<b>Tabla 92</b> Ensayo Corte Directo C1-E3, Carga 3 .....	128
<b>Tabla 93</b> Resultados Pruebas en Corte Directo C1-E3 .....	129
<b>Tabla 94</b> Ensayo Corte Directo C3-E3, Carga 1 .....	130
<b>Tabla 95</b> Ensayo Corte Directo C3-E3, Carga 2 .....	131
<b>Tabla 96</b> Ensayo Corte Directo C3-E3, Carga 3 .....	132
<b>Tabla 97</b> Resultados Pruebas en Corte Directo C3-E3 .....	133
<b>Tabla 98</b> Ensayo Corte Directo P1-E2, Carga 1 .....	134
<b>Tabla 99</b> Ensayo Corte Directo P1-E2, Carga 2 .....	135
<b>Tabla 100</b> Ensayo Corte Directo P1-E2, Carga 3 .....	136
<b>Tabla 101</b> Resultados Pruebas en Corte Directo P1-E2.....	137
<b>Tabla 102</b> Ensayo Corte Directo P2-E2, Carga 1 .....	138
<b>Tabla 103</b> Ensayo Corte Directo P2-E2, Carga 2 .....	139
<b>Tabla 104</b> Ensayo Corte Directo P2-E2, Carga 3 .....	140
<b>Tabla 105</b> Resultados Pruebas en Corte Directo P2-E2.....	141
<b>Tabla 106</b> Ensayo Corte Directo P3-E1, Carga 1 .....	142
<b>Tabla 107</b> Ensayo Corte Directo P3-E2, Carga 2 .....	143
<b>Tabla 108</b> Ensayo Corte Directo P3-E2, Carga 1 .....	144
<b>Tabla 109</b> Resultados Pruebas en Corte Directo P3-E2.....	145
<b>Tabla 110</b> Ensayo Corte Directo P4-E1, Carga 1 .....	146
<b>Tabla 111</b> Ensayo Corte Directo P4-E1, Carga 2 .....	147
<b>Tabla 112</b> Ensayo Corte Directo P4-E1, Carga 3 .....	148
<b>Tabla 113</b> Resultados Pruebas en Corte Directo P4-E1.....	149
<b>Tabla 114</b> Cuadro Datos de Equipos de Penetración.....	150
<b>Tabla 115</b> Ensayo DPL en Calicata C2-E3 .....	150
<b>Tabla 116</b> Ensayo DPL en Calicata C4-E2 .....	151
<b>Tabla 117</b> Ensayo DPL en Calicata C5-E2 .....	152
<b>Tabla 118</b> Estratigrafía C-1 .....	153
<b>Tabla 119</b> Estratigrafía C-2 .....	154
<b>Tabla 120</b> Estratigrafía C-3 .....	155
<b>Tabla 121</b> Estratigrafía C-4 .....	156
<b>Tabla 122</b> Estratigrafía C-5 .....	157
<b>Tabla 123</b> Estratigrafía P-1 .....	158
<b>Tabla 124</b> Estratigrafía P-2 .....	159
<b>Tabla 125</b> Estratigrafía P-3 .....	160
<b>Tabla 126</b> Estratigrafía P-4 .....	161
<b>Tabla 127</b> Clasificación de Suelos por SUCS – C1, C2, C3.....	167
<b>Tabla 128</b> Clasificación de Suelos por SUCS – C4, C5 .....	167
<b>Tabla 129</b> Clasificación de Suelos por SUCS – P1, P2 .....	168
<b>Tabla 130</b> Clasificación de Suelos por SUCS – P3, P4 .....	168
<b>Tabla 131</b> Clasificación de Suelos por ASSHTO – AA. HH. LOS ROSALES .....	169

<b>Tabla 132</b>	Clasificación de Suelos por ASSHTO – HH.UU. SAN IGNACIO.....	169
<b>Tabla 133</b>	Capacidad de Carga en Calicatas.....	171
<b>Tabla 134</b>	Zonificación Capacidad Portante AA.HH. Los Rosales.....	171
<b>Tabla 135</b>	Capacidad de Carga en Calicatas.....	173
<b>Tabla 136</b>	Zonificación Capacidad Portante en HH.UU. San Ignacio .....	173

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación de Fases de Suelo.....	36
Figura 2 Forma de las partículas de suelos gruesos.....	37
Figura 3 Representación de Estructura Simple.....	39
Figura 4 Representación de Estructura Panaloide .....	39
Figura 5 Representación de Estructura Floculenta .....	40
Figura 6 Representación de Estructura Compuesta .....	40
Figura 7 Limites de Atterberg.....	42
Figura 8 Carta de Plasticidad .....	44
Figura 9 Mapa Político del Perú .....	47
Figura 10 Mapa Político de la Región de Ica.....	48
Figura 11 Mapa Político de la Provincia de Ica.....	49
Figura 12 Catastro del Distrito de la Tinguña .....	50
Figura 13 Distrito de La Tinguña – Zona 11 y Zona 12.....	50
Figura 14 Zona 11 – HH.UU. San Ignacio .....	51
Figura 15 Catastro del HH. UU. San Ignacio (Zona 11) .....	51
Figura 16 Zona 12 – AA.HH. Los Rosales.....	52
Figura 17 Catastro del AA.HH. Los Rosales (Zona 12).....	52
Figura 18 Serie de Tamices de acuerdo a la Norma .....	64
Figura 19 Balanza digital 0.01gr.....	64
Figura 20 Horno de Secado .....	64
Figura 21 Taras y recipientes resistentes a altas temperaturas y corrosión. ....	64
Figura 22 Muestra representativa para el cuarteo.....	65
Figura 23 Pipetas y vasijas para el lavado de la muestra.....	65
Figura 24 Serie de Tamices que separan gravas, arenas y finos.....	65
Figura 25 Horno de Secado .....	67
Figura 26 Balanza Digital 0.01gr.....	67
Figura 27 Taras y recipientes resistentes a altas temperaturas y corrosión .....	67
Figura 28 Tenazas y espátulas .....	67
Figura 29 Copa Casagrande.....	69
Figura 30 Tara, espátula, acanalador .....	69
Figura 31 Recipientes para mezclado .....	69
Figura 32 Balanza 0.01gr.....	69
Figura 33 Balanza de 0.01gr.....	71

Figura 34 Horno de 100 °C.....	71
Figura 35 Vidrio esmerilado.....	71
Figura 36 Vasija de evaporación, taras espátula.....	71
Figura 37 Balanza de 0.01gr.....	73
Figura 38 Cono de arena.....	73
Figura 39 Placa Base metálica.....	73
Figura 40 Arena Calibrada según NTP.....	73
Figura 41 Balanza de 0.01gr.....	74
Figura 42 Caja de Corte e implementos.....	74
Figura 43 Piedras Porosas.....	74
Figura 44 Pesas de distinta masa.....	74
Figura 45 Equipo de Corte Directo.....	75
Figura 46 Nivel de mano.....	76
Figura 47 Cono dinámico.....	76
Figura 48 Varillas ensamblables.....	77
Figura 49 Barra guía y Martillo.....	77
Figura 50 Carta de Plasticidad.....	78
Figura 51 Gráfica para clasificación ASSHTO.....	79
Figura 52 Carta de Plasticidad.....	80
Figura 53 Carta de Plasticidad Compuesta SUCS – ASSHTO.....	80
Figura 54 N° Golpes - % humedad en C1-E1.....	83
Figura 55 N° Golpes - % humedad en C2-E1.....	83
Figura 56 N° Golpes - % humedad en C3-E1.....	84
Figura 57 N° Golpes - % humedad en C4-E1.....	85
Figura 58 N° Golpes - % humedad en C5-E1.....	85
Figura 59 N° Golpes - % humedad en P1-E1.....	86
Figura 60 N° Golpes - % humedad en P2 – E1.....	87
Figura 61 N° Golpes - % humedad en P3-E3.....	87
Figura 62 N° Golpes - % humedad en P4-E4.....	88
Figura 63 Curva Granulométrica C1-E1.....	97
Figura 64 Curva Granulométrica C1-E2.....	98
Figura 65 Curva Granulométrica C1-E3.....	99
Figura 66 Curva Granulométrica C2-E1.....	100
Figura 67 Curva Granulométrica C2-E2.....	101

Figura 68 Curva Granulométrica C2-E3.....	102
Figura 69 Curva Granulométrica C3-E1.....	103
Figura 70 Curva Granulométrica C3-E2.....	104
Figura 71 Curva Granulométrica C3-E3.....	105
Figura 72 Curva Granulométrica C4-E1.....	106
Figura 73 Curva Granulométrica C4-E2.....	107
Figura 74 Curva Granulométrica C4-E3.....	108
Figura 75 Curva Granulométrica C5-E1.....	109
Figura 76 Curva Granulométrica C5-E2.....	110
Figura 77 Curva Granulométrica C5-E3.....	111
Figura 78 Curva Granulométrica P1-E1.....	112
Figura 79 Curva Granulométrica P1-E2.....	113
Figura 80 Curva Granulométrica P1-E3.....	114
Figura 81 Curva Granulométrica P1-E4.....	115
Figura 82 Curva Granulométrica P1-E5.....	116
Figura 83 Curva Granulométrica P2-E1.....	117
Figura 84 Curva Granulométrica P2-E2.....	118
Figura 85 Curva Granulométrica P2-E3.....	119
Figura 86 Curva Granulométrica P3-E1.....	120
Figura 87 Curva Granulométrica P3-E2.....	121
Figura 88 Curva Granulométrica P3-E3.....	122
Figura 89 Curva Granulométrica P4-E1.....	123
Figura 90 Curva Granulométrica P4-E2.....	124
Figura 91 Curva Granulométrica P4-E1.....	125
Figura 92 Curva de Resistencia C1.....	128
Figura 93 Resultados Ensayo Corte Directo C1-E3.....	129
Figura 94 Circulo Mohr – Envolvente de Falla C1-E3.....	129
Figura 95 Curva de Resistencia C3.....	132
Figura 96 Resultados Ensayo Corte Directo C3-E3.....	133
Figura 97 Circulo Mohr – Envolvente de Falla C3-E3.....	133
Figura 98 Curva de Resistencia P1.....	136
Figura 99 Resultados Ensayo Corte Directo P1-E2.....	137
Figura 100 Circulo Mohr – Envolvente de Falla P1-E2.....	137
Figura 101 Curva de Resistencia P2.....	140

Figura 102 Resultados Ensayo Corte Directo P2-E2.....	141
Figura 103 Circulo Mohr – Envoltente de Falla P2-E2 .....	141
Figura 104 Curva de Resistencia P3 .....	144
Figura 105 Resultados Ensayo Corte Directo P3-E2.....	145
Figura 106 Circulo Mohr – Envoltente de Falla P3-E2 .....	145
Figura 107 Curva de Resistencia P4 .....	148
Figura 108 Resultados Ensayo Corte Directo P4-E1 .....	149
Figura 109 Circulo Mohr – Envoltente de Falla P3-E2 .....	149
Figura 110 Carta de Plasticidad – AA. HH. Los Rosales .....	167
Figura 111 Carta de Plasticidad – HH. UU. San Ignacio. ....	168
Figura 112 Zonificación Geotécnica AA.HH. Los Rosales.....	170
Figura 113 Mapa de Exploración AA.HH Los Rosales.....	170
Figura 114 Capacidad Portante AA.HH. Los Rosales.....	171
Figura 115 Zonificación Geotécnica HH.UU. San Ignacio .....	172
Figura 116 Mapa de Exploración HH.UU. San Ignacio .....	172
Figura 117 Capacidad Portante HH.UU. San Ignacio .....	173
Figura 118 Zonificación Geotécnica AA.HH. Los Rosales .....	178
Figura 119 Mapa de Exploración AA. HH Los Rosales.....	179
Figura 120 Capacidad Portante AA.HH. Los Rosales.....	180
Figura 121 Zonificación Geotécnica HH.UU. San Ignacio .....	181
Figura 122 Mapa de Exploración HH.UU. San Ignacio .....	182
Figura 123 Capacidad Portante HH.UU. San Ignacio .....	183

## RESUMEN

Esta investigación geográficamente fue realizada en las Zona 11 y 12 del distrito de la Tinguíña, Provincia Ica, Departamento Ica. Se realizaron en total 9 puntos de exploración, obteniendo muestras de los estratos existentes, de las cuales se determinaron sus características mediante la aplicación de las NTP.

Se identificó como Problema principal “¿En qué medida influye la Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171) Para Determinar La Zonificación Geotécnica Actualizada En La Zona 11 Y Zona 12 Del Distrito De La Tinguíña - Ica?”, siendo el objetivo general “Determinar la influencia de la Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171) Para Determinar La Zonificación Geotécnica Actualizada En La Zona 11 Y Zona 12 Del Distrito De La Tinguíña – Ica” , obteniendo resultados mediante exploraciones en puntos estratégicos, donde se obtuvieron las muestras necesarias, mediante estos procedimientos a calcular la capacidad portante en la zonas estudiadas.

Se planteó la hipótesis general “La Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171) influye para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguíña - Ica.”. La cual se contrastó obteniendo los datos de las muestras de suelos y su capacidad portante, representando estos resultados en planos.

Se concluyó que la Zona 11, presenta dos zonas según Capacidades portantes que son Zona 1 (1.5-1.6 Kg/cm<sup>2</sup>) y Zona 2 (1.4-1.5 Kg/cm<sup>2</sup>) y presenta una Clasificación SUCS (SP, SM y SW) a una cota Df de 0.80 m. Así mismo la Zona 12 presenta tres zonas según Capacidades portantes que son Zona 1 (1.3-1.4 Kg/cm<sup>2</sup>), Zona 2 (1.4-1.5 Kg/cm<sup>2</sup>) y Zona 3 (1.5-1.6 Kg/cm<sup>2</sup>) presentando una Clasificación SUCS (SP, SW) a una cota Df de 0.80 m. En las zonas estudiadas, se recomienda usar Zapatas continuas de 0.80 m de profundidad, con acero de refuerzo por cuantía mínima, para viviendas básicas de hasta 2 pisos.

## ABSTRACT

This investigation was carried out in Zone 11 and 12 of the Tinguña district, Ica Province, Ica Department. A total of 9 exploration points were carried out, obtaining samples of the existing strata, of which their characteristics were determined by applying the NTP.

The main problem was identified as “To what extent does the Application of Normas Tecnicas Peruanas (339,127 - 339,128 - 339,129 - 339,134 - 339,135 - 339,143 - 339,159 - 339,171) influence to determine the updated Geotechnical Zoning in Zone 11 and Zone 12 of the District of La Tinguña - Ica? ”, the general objective being “ To determine the influence of the Application Of Normas Tecnicas Peruanas (339,127 - 339,128 - 339,129 - 339,134 - 339,135 - 339,143 - 339,159 - 339,171) To Determine The Updated Geotechnical Zoning In The Area 11 And Zone 12 of the District of La Tinguña - Ica ”, obtaining results through explorations in strategic points, where the necessary samples were obtained, through these we proceeded to calculate the bearing capacity in the studied areas.

The general hypothesis was raised “The Application Of Normas Tecnicas Peruanas (339,127 - 339,128 - 339,129 - 339,134 - 339,135 - 339,143 - 339,159 - 339,171) influences the determination of the Updated Geotechnical Zoning in Zone 11 and Zone 12 of the Tinguña District - Ica . ”. Which was contrasted by obtaining the data from the soil samples and their bearing capacity, representing these results in plans.

It was concluded that Zone 11, at a Df of 0.80 m, presents two zones according to bearing capacities that are Zone 1 (1.5-1.6 Kg / cm<sup>2</sup>) and Zone 2 (1.4-1.5 Kg / cm<sup>2</sup>) and presents a SUCS Classification (SP , SM and SW). Likewise, Zone 12 at a Df of 0.80m presents three zones according to bearing capacities that are Zone 1 (1.3-1.4 Kg / cm<sup>2</sup>), Zone 2 (1.4-1.5 Kg / cm<sup>2</sup>) and Zone 3 (1.5-1.6 Kg / cm<sup>2</sup>) presenting a SUCS Classification (SP, SW). In the areas studied, it is recommended to use continuous footings 0.80 m deep, with reinforcing steel for a minimum amount, for basic houses with up to 2 floors.

## INTRODUCCION

¿Por qué se hizo esta investigación? La motivación para realizar este trabajo parte de la necesidad propia de conocer debidamente los ensayos y bajo que norma se rigen, ganar con la experiencia los criterios para su mejor aplicación cuando sea el caso y su omisión cuando no es necesario. Poder relacionar la teoría estudiada en las aulas y bibliotecas con la práctica en campo y laboratorio. Sabemos ahora que los conocimientos ganados son de gran utilidad si los ejecutamos bien y enfocar los productos para un beneficio común.

En esta investigación hacemos uso de las Normas Técnicas Peruanas (**339.127, 339.128, 339.129, 339.134, 339.135, 339.143, 339.159, 339.171**), estas serán aplicadas en muestras obtenidas en puntos explorados en las Zona 11 y Zona 12 del distrito de la Tinguña, con la finalidad de establecer una zonificación geotécnica.

La zonificación geotécnica en estas zonas es necesaria debido a que vecinos ya vienen edificando sus viviendas de manera informal, sin saber si el suelo donde están cimentando tiene la capacidad necesaria para soportar sus estructuras o si su cimentación es la adecuada. Esto entra en duda debido a que años atrás gran parte de estas Zonas fueron utilizadas como botaderos informales. Es así que con apoyo de los vecinos de la zona y autorización de la Municipalidad de la Tinguña se ha trabajado la presente investigación.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEORICO

#### 1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

##### 1.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

La investigación de los suelos de fundación para edificaciones no es ajena a nuestro medio local, todo lo contrario, es una práctica que va en aumento en donde la asimilación de normas internacionales (ASTM) y aplicación de las propias normas de carácter nacional en distintos países permiten obtener resultados técnicos que son confiables ya que los procesos de recolección e interpretación de datos se han venido estandarizando. Es así que ya existen antecedentes a nivel internacional en donde se investiga la capacidad portante de los suelos para fines de cimentación apoyándose en la teoría de la Mecánica de Suelos y en Normas Técnicas. Así pues, hacemos referencia a los siguientes estudios:

- **Castillo Castillo, M. (2017). ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN EN BASE A LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS DEL CASCO URBANO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ DEL CANTÓN PATATE PROVINCIA DE TUNGURAHUA. Tesis para obtener título profesional, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.**

El propósito de esta exploración consistió en saber la capacidad portante de los pisos materia de fundación para las casas del Cantón Patate. La autora se apoyó en softwares estructurales para investigar la relación de la capacidad portante con la cimentación. El saber las características mecánicas del suelo por medio de EMS requirió de la aplicación de sus normas nacionales, normas NEC 2015. La cimentación se analizó con normas para ensayos de resistencia, procedimientos de obtención de resultados, visualizaciones en cada región y de esta forma comprobar los parámetros de estabilidad de la edificación en estudio.

Conclusiones: Se identificaron 7 zonas; en el exámen de la aptitud portante del suelo para las ubicaciones 1 y 7 donde sus resistencias son superiores a los 30 ton/m<sup>2</sup> sus cimentaciones van a ser equilibrados con un nivel de desplante de 1.50m. En las ubicaciones 2, 4, 5, 6 sus resistencias están sobre los 15 ton/m<sup>2</sup>, sus cimentaciones van a ser construidas dentro de los parámetros máximos. Para la ubicación 3 se establece una resistencia baja de 10.83 ton/m<sup>2</sup> y con presencia de

nivel freático, en donde se ofrece un mejoramiento de suelo y un sistema de drenaje con la creación de una cimentación reforzada para evadir fallo por hundimiento.

### **1.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL**

- **Arévalo Villanueva, W. & Alvarado Arévalo, D. (2017). ZONIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN LA LOCALIDAD DE CHAZUTA, DISTRITO DE CHAZUTA, PROVINCIA DE SAN MARTÍN, REGIÓN DE SAN MARTÍN. Tesis para obtener título profesional,** Universidad Nacional de San Martín.

La investigación tuvo por objetivo principal determinar la capacidad portante de los suelos, para tal labor se zonificó el territorio de la localidad ubicando 40 puntos como materia de exploración de las cuales se obtuvo muestras para su análisis mediante ensayos de laboratorio tales como contenido de humedad, límites de consistencia (Atterberg), Análisis granulométrico, densidad de campo, corte directo y clasificación de suelos donde todos se ejecutaron bajo las normas establecidas vigentes, lo que les permitió determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación, el tipo de suelo y sus cualidades.

Conclusiones: Se cumplió el objetivo de determinar la zona de exploración para la investigación, considerando la topografía y el plano urbano de la localidad se realizaron 40 puntos de exploración por medio de excavaciones a cielo abierto de 3.00m de profundidad, en algunos puntos la presencia de nivel freático estuvo a menos de 3.00. En conclusión, la investigación permitió estimar dos zonas geotécnicas, donde la Zona 1 y Zona 2 presentan capacidades portantes de 0.827 kg/cm<sup>2</sup> y 1.133 kg/cm<sup>2</sup>, que los cataloga en condición de habitable.

- **Cotrina Velásquez, J. (2016). ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN, MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y DPL EN LA URBANIZACIÓN LOS GIRASOLES – JAEN. Tesis para optar título profesional.** Universidad Nacional de Cajamarca

Síntesis: Este proyecto de investigación se realizó con el objetivo de establecer una zonificación geotécnica en subsuelos de la urbanización “Los Girasoles” ubicado en el distrito y provincia de Jaén, Región de Cajamarca. Haciendo énfasis en el uso de los ensayos de Corte directo y DPL, estimando un comparativos entre los valores resultado de la aplicación de estos ensayos, lográndose esto último,

disponer de una zonificación geotécnica de la urb. Los Girasoles, la investigación se ejecutó en el año 2016.

Conclusiones: Los resultados permitieron identificar tres Zonas; mediante el ensayo de Corte directo en la zona I (0.95 kg/cm<sup>2</sup>), zona II (1.80kg/cm<sup>2</sup>), y zona III (1.85 kg/cm<sup>2</sup>) y el ensayo Penetrómetro Dinámico Ligeró (DPL), en la zona I (1.88 kg/cm<sup>2</sup>), zona II (1.65 kg/cm<sup>2</sup>) y zona III (1.95 kg/cm<sup>2</sup>), con una variación promedio de 14% entre ambos ensayos.

Finalmente, la zonificación acogió los valores de capacidad portante de 0.95 kg/cm<sup>2</sup>, 1.65 kg/cm<sup>2</sup> y 1.85 kg/cm<sup>2</sup> para las Zonas I, Zona II y Zona III respectivamente.

- **Carranza Morales, I. & Ponce Torres, A. (2017). ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA EN EL SECTOR III DEL CENTRO POBLADO EL MILAGRO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES. Tesis para optar título profesional.** Universidad Privada Antenor Orrego

Síntesis: Esta investigación se llevó a cabo por la ausencia de información técnica en el Sector III del centro poblado El Milagro, sector donde ya había presencia de edificaciones evidentemente informales. Por tal ausencia la investigación enfocó su objetivo en un mapeo, establecer una zonificación Geotécnica en la ubicación mencionada, esto mediante el muestreo y aplicación de ensayos para recolección de información y procesamiento de datos en gabinete hasta poder definir la capacidad de carga admisible de los subsuelos en el sector III de El Milagro

Conclusiones: Se identificaron 4 zonas geotécnicas, explorándose 10 calicatas de una profundidad de 3.00m cada una. Cada zona tiene una capacidad de carga admisible para 3 distintas cotas de fundación, estas son a 1.20m, 1.50m y 1.80m.

Siendo la Zona I la que presentó mayores valores y la Zona IV la que presentó los menores valores. Como factor común se hizo notar que todas las zonas presentan una capa superficial de relleno orgánico con 0.30m de espesor, seguido de una capa de Grava bien graduada (GW). Así mismo se hace mención a la no presencia de N.F. hasta la profundidad explorada.

### ***1.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL***

A nivel local, dentro de nuestra misma región hemos tenido también antecedentes que llegan a tener en común el análisis de los suelos mediante estudios de Mecánica de Suelos, cuyo resultado es considerado un factor muy importante como parte de la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de edificaciones en el distrito de la Tinguña. En este caso hacemos referencia a la siguiente investigación:

- **Sivirero Bustamante, W. (2017). “EVALUACION DE SUELOS Y ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES DEL DISTRITO DE LA TINGUÑA-ICA”. Tesis para optar título profesional. Universidad San Luis Gonzaga de Ica – 2017**

Síntesis: Esta investigación se ejecutó con el objeto de identificar las zonas vulnerables a fenómenos sísmicos en el distrito de la Tinguña, se ejecutó en el periodo del año 2017. Hace incidencia en la informalidad estructural, arquitectónica y de ejecución en las viviendas a lo largo del distrito. Para poder identificar las zonas en base a la vulnerabilidad sísmica enfocó su análisis en el terreno, importante parámetro en el diseño de cimentaciones, y características técnicas, errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de las viviendas.

Conclusiones: Se estimó dividir o zonificar el distrito de la Tinguña en tres sectores; el primer sector de la Tinguña tiene un suelo clasificado como Arena pobremente graduada de grano fino (SM-SP), Arena Limosa (SM); en el segundo sector comprende un suelo Arenas limpias mal graduadas (SP) y en el tercer sector comprende un suelo Arena bien graduada con 15% de grava (SW), Grava mal graduada con arena (GP), Arena limosa (SM). Generan un ambiente de riesgo permanente.

En el distrito de la Tinguña las viviendas de material noble no han tenido en su mayoría ningún diseño estructural ni supervisión, y también la mayoría de viviendas de techo propio. Estas viviendas tendrán daños desde fisuras, grietas (>2mm), desplazamientos, colapso parcial, en el primer sector tiene un 73% de ladrillo, segundo sector 75%, tercer sector 46%, su vulnerabilidad es alta en un 84%, su peligro es medio en un 66%, el riesgo es alto en un 84%, el riesgo de estas viviendas a ser afectadas por un sismo es alto, por lo que se ven necesario reducir la alta vulnerabilidad de estas viviendas para evitar pérdidas humanas y físicas en el caso de un sismo severo.

## **1.2. BASES TEORICAS DE LA INVESTIGACION**

### ***1.2.1. Norma E 0.50 Suelos y Cimentaciones.***

Esta norma técnica tiene por objeto “establecer los requisitos mínimos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma” (E0.50, 2018, art. 1). Entendiendo de esto que la aplicación de las NTP deberán estar contempladas dentro de la E0.50, y tienen que ser normas vigentes al momento de la ejecución de la tesis.

#### ***1.2.1.1. Ámbito de Aplicación (Artículo 3).***

Afirma la norma técnica:

“El ámbito de aplicación de la presente Norma comprende todo el territorio nacional, en concordancia a lo establecido en la norma G.010 Consideraciones Básicas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)”. (E0.50, 2018, art. 3)

#### ***1.2.1.2. Consideraciones generales (Artículo 4).***

En el caso de cimentaciones debe tomar en cuenta las cargas generadas por las estructuras que se proyecte edificar (materia del EMS), los sismos u otras solicitaciones (viento, agua, etc.) de tal manera que las deformaciones que se generen en el suelo o roca causen una distorsión angular menor que la permitida por la presente norma y produzcan presiones menores que las admisibles (considerando el estado límite del suelo y el Factor de Seguridad correspondiente). (E0.50, 2018, art. 4)

Es preciso señalar como consideración que el ámbito de aplicación de la presente Norma comprende todo el territorio nacional. Asimismo, se afirma:

Las exigencias de esta Norma se consideran mínimas. La presente Norma no toma en cuenta los efectos de los fenómenos de geodinámica externa y no se aplica en los casos que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas; galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial. En ambos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas (...). (E0.50, 2018, art. 4)

#### ***1.2.1.3. Obligatoriedad de los estudios (Artículo 6).***

Se señala que todo proyecto debe contar con un EMS o en su defecto un ITS, según sea el caso. También se establecen las situaciones de obligatoriedad.

### **Casos donde existe obligatoriedad de un EMS:**

Por norma E0.50(2018), es obligatorio efectuar el EMS en los siguientes casos:

- a)** Edificaciones en general, que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, sub-estaciones eléctricas, silos, tanques de agua (incluyendo reservorios enterrados y tanques elevados), casetas de estaciones de bombeo de pozos (superficiales y subterráneas), estaciones de expendio de combustible, tanques y reservorios de combustible. Cuando las excavaciones para las siguientes obras: redes de agua y alcantarillado, instalaciones eléctricas, gas y telecomunicaciones requieran una excavación mayor a 1.50 m. Empresas prestadoras de servicios públicos, entidades públicas y privadas e instalaciones militares y policiales en general
- b)** Cualquier edificación no mencionada en a) de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500 m<sup>2</sup> de área techada en planta.
- c)** Cualquier edificación no mencionada en a) de cuatro o más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- d)** Edificaciones industriales, fábricas, talleres o similares.
- e)** Edificaciones especiales cuya falla, además del propio colapso, represente peligros adicionales importantes, tales como: reactores atómicos, grandes hornos, depósitos de materiales inflamables, corrosivos o combustibles, torres de soporte para sistemas eléctricos, torres de telecomunicaciones, paneles de publicidad de grandes dimensiones cuyos soportes tengan un diámetro mayor o igual a 0,20 m y otros de similar riesgo.
- f)** Cualquier edificación con sótanos o que requiera el uso de pilotes, pilares, plateas de fundación o cualquier tipo de cimentación profunda.
- g)** Muros de contención con alturas mayores a 2.00 m y cercos perimétricos ubicados en terrenos que no tengan EMS
- h)** Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad. (E0.50, 2018, art. 6.2.1).

### **Casos donde no existe obligatoriedad de un ITS:**

Se aplica a lugares con condiciones de cimentación conocida debidas a depósitos de suelos uniformes tanto vertical como horizontalmente, sin los problemas especiales de cimentación indicados en el Capítulo VI, con áreas techadas en planta de primer piso menores que 500 m<sup>2</sup>, de hasta tres pisos y sin sótano, el PR puede asumir los valores de la Presión Admisible del Suelo, profundidad de cimentación y cualquier otra consideración concerniente a la Mecánica de Suelos, basándose en la ejecución de no menos de 3 puntos de exploración hasta la profundidad mínima de 3 m. Estos datos, incluyendo los perfiles de suelos, plano de ubicación de los puntos de exploración deben figurar en el ITS elaborado por el PR (E0.50, 2018, art. 6.3).

#### ***1.2.1.4. Estudios de Mecánica De Suelos (EMS) (Artículo 7).***

“Los Estudios de Mecánica de Suelos se realizan con fines de:

- a) Diseño de Cimentaciones.
- b) Diseño de Pavimentos.
- c) Estabilidad de Taludes.
- d) Diseño de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado.
- e) Cualquier combinación de los cuatro anteriores.” (E0.50, 2018, art.7)

#### ***1.2.1.5. Alcance del EMS (Artículo 8).***

La información del EMS es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe firmado por el PR. Los resultados y exploraciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplican al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No se emplean en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obra. En el caso que se trate de la verificación de un EMS, el PR puede optar por validar los resultados de la exploración de campo y laboratorio, si lo considera pertinente, asumiendo la responsabilidad indicada en el artículo 9. (E0.50, 2018, art. 8)

#### ***1.2.1.6. Información Previa (Artículo 13).***

##### **Del terreno a explorar (Artículo 13.4), dice en E.50 (2018)**

- a) Plano de ubicación, plano de planta y cortes donde se visualice los niveles de piso terminado y cualquier tipo de estructura enterrada (cisternas, pit del ascensor, etc.) y accesos.

- b) Plano topográfico con curvas de nivel y perfiles longitudinales. Si la pendiente promedio del terreno fuera inferior al 5%, basta un plano planimétrico. En todos los casos se hacen indicaciones de linderos, usos del terreno, obras anteriores, obras existentes, zonas con restos arqueológicos, situación y disposición de acequias y drenajes. El plano debe indicar obligatoriamente la ubicación prevista de las obras a edificar. De no ser así, el programa de exploración de campo (Ver artículo 15), cubre toda el área del terreno.
- c) Las características de las edificaciones u otras obras colindantes al proyecto, accesos al sitio, servidumbre de paso y limitaciones de servidumbre.
- d) El permiso para el ingreso al terreno del proyecto, el cual debe encontrarse libre (completamente desocupado en la zona de trabajo) para poder efectuar la exploración de campo y de ser el caso, contar con las autorizaciones respectivas de la entidad competente para efectuar el trabajo de exploración de campo. (E0.50, 2018, art. 13.4)

**Datos generales de la zona (Artículo 13.6).**

“El PR recibirá del Solicitante los datos disponibles del terreno sobre:

- a) Usos anteriores (terreno de cultivo, cantera, explotación minera, botadero, relleno sanitario, etc.).
- b) Construcciones antiguas, restos arqueológicos u obras semejantes que puedan afectar al EMS.” (E0.50, 2018, art. 13.6)

**1.2.1.7. Técnicas de Exploración de Campo para ITS y EMS (Artículo 14)**

Las Técnicas de Investigación de Campo aplicables en los ITS y EMS son las indicadas en la **Tabla 1**.

**Tabla 1**

*Técnicas de Exploración*

<b>DESCRIPCION</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>
SUELOS. Métodos de ensayos estándar para densidad in situ del suelo y suelo agregado por medio de métodos nucleares (profundidad superficial).	NTP 339.144
SUELOS. Ensayo de penetración cuasi-estática profunda de suelos con cono y cono de fricción (CPT).***	NTP 339.148
SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual.	NTP 339.150

DESCRIPCION	NORMA APLICABLE
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados	NTP 339.153
SUELOS. Método normalizado para ensayo de corte por veleta de campo de suelos cohesivos.	NTP 339.155
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL).	NTP 339.159
SUELOS. Práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena	NTP 339.161
SUELOS. Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción	NTP 339.162
SUELOS. Método de ensayo normalizado de corte por veleta en miniatura de laboratorio en suelos finos arcillosos saturados	NTP 339.168
SUELOS. Práctica normalizada para la perforación de núcleos de roca para la investigación del sitio.	NTP 339.173
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la medición de la densidad de suelos y rocas in-situ por el método de reemplazo con agua en un pozo de exploración. **	NTP 339.253
SUELOS. Métodos de ensayo estándar para la determinación de la densidad y peso unitario de suelos in situ por el método del balón de jebe. **	NTP 339.256
Método de ensayo normalizado para la medición del potencial de colapso de suelos.	NTP 339.163
Cono Dinámico Superpesado (DPSH) - ver ANEXO II.	UNE 103-801
Auscultación Dinámica mediante el Cono Tipo Peck (CTP).	(ver ANEXO III)
Método de ensayo estándar para pruebas de integridad de impacto con baja deformación en cimentaciones profundas (Standard test method for low strain impact integrity testing of deep foundations).	ASTM D5882
Métodos de ensayo estándar para cimentaciones profundas bajo carga lateral (Standard test methods for deep foundations under lateral load).	ASTM D3966.

\*En todos los casos se utiliza la última versión de la Norma.

\*\* Estos ensayos solo se emplean para el control de la compactación de rellenos Controlados o de Ingeniería.

\*\*\* También conocido como "Ensayo de cono estático".

Fuente: Esta tabla fue extraída de la Norma Suelos y Cimentaciones, E0.50, 2018, art. 14.1

#### a) Pozos o calicatas y Trincheras (Artículo. 14.2.1).

Son excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento. Las

calicatas y trincheras son realizadas según la NTP 339.162. El PR debe tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes. Se prohíbe el uso de este tipo de técnica de exploración en suelos arenosos con un porcentaje de finos menores e iguales a 5%. (E0.50, 2018, art. 14.2.1)

**b) Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL) NTP 339.159 (Art. 14.2.7).**

Las auscultaciones dinámicas son ensayos que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar (SPT). Los parámetros obtenidos con este ensayo (n) deben ser obligatoriamente correlacionados con los parámetros de los ensayos SPT (N) en el terreno en el cual se está efectuando el EMS. Se prohíbe ejecutar ensayos DPL en el fondo de calicatas, trincheras o cualquier tipo de excavación, debido a la pérdida de confinamiento. Se prohíbe emplear este tipo de ensayo a profundidades mayores de 3.00 metros. (E0.50, 2018, art. 14.2.7)

**c) Aplicación y Limitaciones de los Ensayos.**

Las aplicaciones y limitaciones de estos ensayos se indican en la **Tabla 2.**

**Tabla 2***Aplicaciones y Limitaciones de Ensayos*

<b>APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS</b>						
<b>Ensayos In Situ</b>	<b>Norma Aplicable</b>	<b>Permitida</b>			<b>No Permitida</b>	
		<b>Técnica de Exploración</b>	<b>Tipo de Suelo(1)</b>	<b>Parámetro a obtener(2)</b>	<b>Técnica de Exploración</b>	<b>Tipo de Suelo(1)</b>
SPT	NTP 339.133	Perforación	Todos excepto gravas	N	Calicata	Gravas
CPT	NTP 339.148	Auscultación	Todos excepto gravas	qc, fc	Calicata	Gravas
DPSH	UNE 103 801:1994	Auscultación	Todos excepto gravas	N20	Calicata	Gravas
CTP	ANEXO III	Auscultación	Todos excepto gravas	Cn	Calicata	Gravas
DPL	NTP 339.159	Auscultación	SP, SW, SM (con limos no plásticos)	n	Calicata	Lo restante
Veleta de Campo(3)	NTP 339.155	Perforación/ Calicata	CL, ML, CH, MH. Para todos los casos con IP > 0 y saturados	Cu, St	---	Lo restante
Prueba de carga	NTP 339.153	---	Rocas blandas y todo tipo de suelo excepto gravas	Asentamiento vs. Presión	---	Gravas

(1) Según la clasificación SUCS, cuando los ensayos son aplicables a suelos de doble simbología, ambos están incluidos.

(2) Leyenda:

Cu = Cohesión en condiciones no drenadas.

N = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración en el ensayo estándar de penetración.

N20 = Número de golpes por cada 0,20 m de penetración mediante auscultación con DPSH

Cn = Número de golpes por cada 0,30m de penetración mediante auscultación con Cono Tipo Peck

n = Número de golpes por cada 0,10m de penetración mediante auscultación con DPL.

qc = Resistencia de punta del cono en unidades de presión.

fc = Fricción en el manguito.

St = Sensitividad

(3) Sólo para suelos finos saturados, sin arenas ni gravas.

Fuente: Esta tabla fue extraída de la Norma Suelos y Cimentaciones, E0.50, 2018, art. 14.2.9

### ***1.2.1.8. Tipos de Muestras.***

La norma señala 4 tipos de muestra y las estamos indicando en la Tabla 3, Se detalla las exigencias para el trato de cada tipo de muestra en función de su obtención y del terreno que representan.

**Tabla 3**  
*Tipos de Muestras*

<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>	<b>FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR</b>	<b>ESTADO DE LA MUESTRA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 SUELOS. Muestreo geotécnico de suelos con tubo de pared delgada	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua

Fuente: Esta tabla fue extraída de la Norma Suelos y Cimentaciones, E0.50, 2018, art. 14.4

**1.2.1.9. Ensayos de Laboratorio. (Artículo 14.5).**

**Tabla 4**

*Ensayos de Laboratorio*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NORMA APLICABLE *</b>
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo	NTP 339.127
SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico	NTP 339.128
SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite Plástico e índice de plasticidad de suelos	NTP 339.129
SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo	NTP 339.131
SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)	NTP 339.134
SUELOS. Determinación del peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139
SUELOS. Determinación de los factores de contracción de suelos mediante el método del mercurio	NTP 339.140
SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada ** (2700 kN-m/m <sup>3</sup> (56000 pie-lbf/ pie <sup>3</sup> ))	NTP 339.141
SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual - manual	NTP 339.150
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea	NTP 339.152
SUELOS. Método normalizado de ensayo para propiedades de consolidación unidimensional de suelos.	NTP 339.154
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la medición del potencial de colapso de suelos	NTP 339.163
SUELOS. Método de ensayo normalizado de compresión triaxial no consolidado no drenado para suelos cohesivos	NTP 339.164
SUELOS. Método de ensayo normalizado de compresión triaxial consolidado no drenado para suelos cohesivos	NTP 339.166
SUELOS. Método de ensayo estándar para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos	NTP 339.167
SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.	NTP 339.169
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del hinchamiento unidimensional o potencial de asentamiento de suelos cohesivos	NTP 339.170
SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas drenadas ***	NTP 339.171
SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea	NTP 339.177

Fuente: Esta tabla fue extraída de la Norma Suelos y Cimentaciones, E0.50, 2018, art. 14.5

**1.2.1.10. Programa de Exploración de Campo y Ensayos de Laboratorio (Artículo 15).**

Un programa de investigación de campo y laboratorio se define mediante los literales que están definidos y detallados en el apartado 15.3.2 de la E0.50, 2018, mencionándolos, son los siguientes:

- a) Condiciones de frontera.
- b) Número n de puntos a investigar.
- c) Profundidad p a alcanzar en cada punto.
- d) Distribución de los puntos en la superficie del terreno.
- e) Número y tipo de muestras a extraer.
- f) Ensayos a realizar «In situ» y en el laboratorio.

**1.2.1.11. Informe del EMS.**

Rescatamos de esta sección lo siguiente

**a) Exploración de Campo:**

“Descripción de los pozos, calicatas, trincheras, perforaciones y auscultaciones, así como de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.” (E0.50, 2018, art. 16.2.3)

**b) Ensayos de Laboratorio:**

“Descripción de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.” (E0.50, 2018, art. 16.2.4)

**c) Perfil del Suelo**

Descripción de los diferentes estratos que constituyen el terreno investigado indicando para cada uno de ellos: origen, nombre y símbolo del grupo del suelo, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS, NTP 339.134, plasticidad de los finos, consistencia o densidad relativa, humedad, color, tamaño máximo y angularidad de las partículas, olor, cementación y otros comentarios (raíces, cavidades, etc.), de acuerdo a la NTP 339.150. (E0.50, 2018, art. 16.2.5)

**d) Nivel de la Napa Freática:**

“Ubicación de la Napa Freática dentro de la profundidad de exploración, indicando la fecha de medición.” (E0.50, 2018, art. 16.2.6)

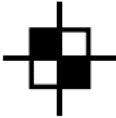

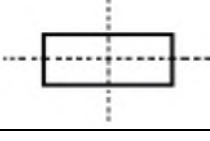

### 1.2.1.12. Planos y Perfiles de puntos investigados (Artículo 16.3).

#### a) Plano de Ubicación de los puntos de exploración:

Plano topográfico o planimétrico del terreno, relacionado a una base de referencia (BM) de referencia utilizada. En el plano de ubicación se empleará la nomenclatura indicada en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Técnicas de Exploración*

TÉCNICA DE EXPLORACIÓN	SÍMBOLO	
Pozo o Calicata	C - n	
Pozo o Calicata	P - n	
Trinchera	T - n	
Auscultación	A - n	

n – número correlativo de sondaje.

Fuente: Esta tabla fue extraída de la Norma Suelos y Cimentaciones, E0.50, 2018, art. 16.3.1

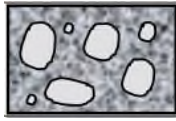






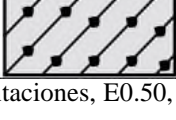
#### b) Perfil Estratigráfico por Punto explorado

Se incluye la información de cada estrato de suelo como se indica en el sub numeral 16.2.5 (perfil de suelos), así como las muestras obtenidas y los resultados de los ensayos “in situ”. En caso se requiera un plano topográfico para el EMS, se debe indicar la cota de arranque del punto investigado y la cota de fondo. Se sugiere incluir los símbolos gráficos indicados en las tablas 8 y 9. (E0.50, 2018, art. 16.3.2)

#### Resultados de los Ensayos de Laboratorio

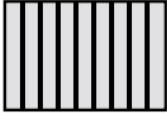


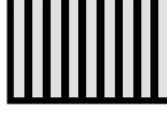



Se incluirán todos los gráficos y resultados obtenidos en el Laboratorio. (E0.50, 2018, art. 16.4).

**Tabla 6**  
*Simbología de Suelos*

DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO		DESCRIPCION
		SUCS	GRAFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	AREA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA

Fuente: Esta tabla fue extraída de la Norma Suelos y Cimentaciones, E0.50, 2018, art. 16.4

**Tabla 7**  
*Simbología de Suelos*

DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO		DESCRIPCION
		SUCS	GRAFICO	
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL<50)	ML		LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INROGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGANICO O ARCILLA ORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL>50)	MH		LIMO INORGANICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INROGANICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGANIGO O ARCILLA ORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS FINOS ALTAMENTE	SM		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	

Fuente: Esta tabla fue extraída de la Norma Suelos y Cimentaciones, E0.50, 2018, art. 16.4

Para la elaboración de un plano de zonificación geotécnica, es necesario conocer el Suelo, sus componentes, sus propiedades y su comportamiento en conjunto frente a las exigencias a las que serán sometidas.

### **1.2.2. Suelo.**

Entendemos por suelo como la capa superficial de la corteza terrestre que envuelve el núcleo y los mantos internos, y si hablamos del ámbito civil, el suelo es el elemento que guarda soporte a las estructuras que demanda el ser humano para la mejor ejecución de sus actividades. Este tiene una composición que va cambiando a lo largo de su extensión de forma horizontal y vertical, y para su estudio encaminado a conocer sus características físicas y mecánicas, existen ya parámetros para clasificación de suelos que veremos más adelante.

Menciona (Juarez Badillo & Rico Rodriguez, 2010, pág. 34):

“... la Palabra Suelo representa todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves. Quedan excluidas de la definición las rocas sanas, ígneas o metamórficas y los depósitos sedimentarios altamente cementados, que no se ablanden o desintegren rápidamente por acción de la intemperie. El agua contenida juega un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del suelo, que debe considerarse como parte integral del mismo.”

Así mismo define (Crespo Villalaz, 2004, pág. 18):

“Suelo es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan”.

De estas menciones podemos concluir que el suelo es heterogéneo, esto por la variante de los tamaños y composición de las partículas que lo conforman, que provienen producto de procesos físicos (agentes como el sol, el viento, el agua), procesos químicos (la oxidación, la carbonatación, la hidratación), residuos orgánicos además que para su análisis mecánico se considera al agua como otro componente íntegro del suelo.

#### **1.2.2.1. Componentes del suelo.**

Para un mejor estudio y análisis de suelo, su composición está dispuesta por tres fases, y se pueden definir según lo indica (Crespo Villalaz, 2004, pág. 62), tenemos:

- a) **Fase sólida;** está formada por las partículas minerales u orgánicas que componen el suelo.
- b) **Fase líquida;** está formada por el agua intersticial que puede llenarla parcialmente o totalmente en caso de suelos saturados.
- c) **Fase gaseosa;** los distintos gases ubicados en los espacios intersticiales que deja libre la fase líquida.

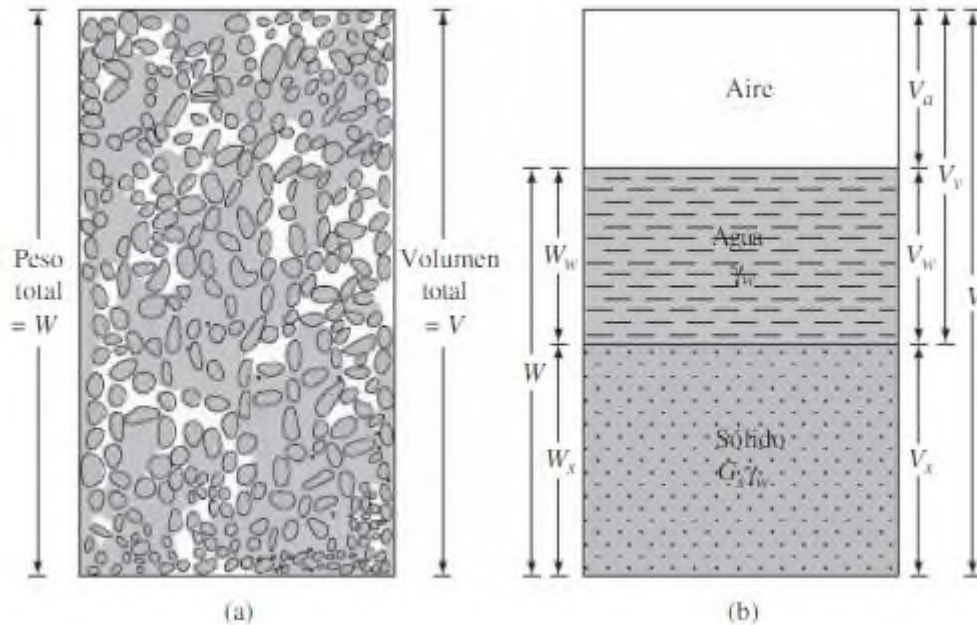


Figura 1 Representación de Fases de Suelo.

(a) Elemento de suelo en estado natural; (b) Tres fases del elemento de suelo Fuente: “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica” Braja M. Das, 2015, p. 50

#### 1.2.2.1.1. Relaciones Volumétricas.

Teniendo las fases del suelo definidas, se pueden establecer relaciones de volumen entre estas, siendo las siguientes:

- **Relación de Vacíos.** Es la relación entre el volumen de los vacíos y el de los sólidos de un suelo
- **Porosidad.** Es la relación entre el volumen de vacíos de una muestra de suelo y el volumen de total de la muestra.
- **Grado de Saturación.** Grado de saturación de un suelo es la relación entre su volumen de agua y el volumen de sus vacíos.

#### 1.2.2.1.2. Relaciones Gravimétricas.

De la misma manera, conociendo las fases del suelo, también hay relaciones

##### a) Contenido de Humedad.

Es la relación entre el peso de agua contenida en la muestra de suelo y el peso de su fase sólida. Suele expresarse como un porcentaje.

##### b) Peso Unitario.

Cuando el Grado de Saturación es mayor a cero el Peso unitario es la relación del peso total de la muestra de suelo y el volumen total de la muestra, usualmente a esta relación se le denomina también como peso

unitario húmedo. Para casos cuando el grado de saturación es igual a cero, el peso específico seco es la relación entre el peso de la fase sólida y el volumen total de la muestra.

### ***1.2.2.2. Características de las partículas del suelo.***

#### ***1.2.2.2.1. Forma de las Partículas.***

Según (Juarez Badillo & Rico Rodriguez, 2010, pág. 75):

“En suelos gruesos la forma característica de las partículas son equidimensionales, usualmente son producto de agentes mecánicos desintegradores. Tenemos pues las formas Redondeadas, sub redondeadas, sub angulosas y angulosas.

En suelos finos se tienen las formas denominadas Laminar y acicular. La forma Laminar tiene la característica de que dos de sus dimensiones son mucho mayores que la tercera, mientras que la forma acicular se caracteriza por tener una de sus dimensiones mucho mayor que las otras dos.”



Figura 2 Forma de las partículas de suelos gruesos

Fuente: “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica” Braja M. Das, 2015, p. 45

#### ***1.2.2.2.2. Tamaño de las Partículas.***

Los suelos según el tamaño de las partículas que lo componen son llamados Grava, Arena, Limo o Arcillas. Para describir los suelos por su tamaño de las partículas, distintas organizaciones desarrollaron límites de separación, pero en la actualidad es casi universalmente aceptado el Sistema

Unificado el cual fue adoptado también por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales o ASTM por sus siglas en inglés. (Das, 2015, pág. 28).

**Tabla 8**

*Límites de separación de tamaños de suelo*

Nombre de la Organización	Tamaño de grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)	>2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	<0.002
Departamento de Agricultura de E.U (USDA)	>2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	<0.002
Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	<0.002
Sistema Unificado de Suelos (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de E.U., Oficina de Reclamación de E.U., sociedad Americana para Pruebas y Materiales)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	<0.075	

Fuente: “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica” Braja M. Das, 2015, p. 28

### ***1.2.3. Estructuración.***

La estructuración se refiere a la disposición que adoptan las partículas minerales para dar por resultado lo que llamamos suelo. Esta característica es producto de distintos efectos físicos y a su vez genera estructuras diferentes sea el caso para suelos grueso (gravas, arenas limpias) o suelos finos (limos, arcillas). La disposición de las partículas es importante debido a que estas tienen relevancia en características como la compacidad, la permeabilidad, la compresibilidad.

Rico y Badillo mencionan los siguientes tipos de estructuras que tienen mayor aceptación actual:

#### ***1.2.3.1. Estructura Simple.***

Son característicos de suelos gruesos (gravas, y arenas), las partículas se acomodan entre sí y poseen de esta manera varios puntos de apoyo, el comportamiento mecánico de esta estructuración se define principalmente por dos aspectos, la compacidad del manto y la orientación de las partículas. (Juarez Badillo & Rico Rodriguez, 2010, pág. 79)

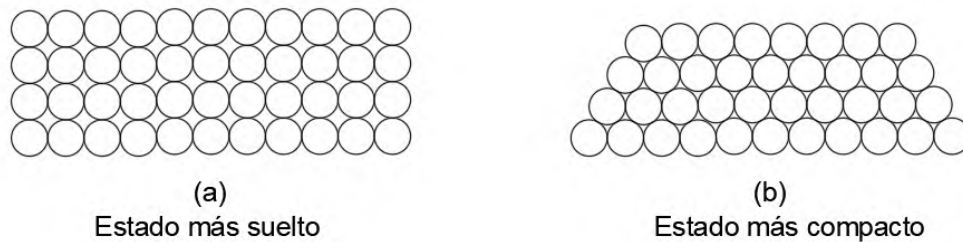


Figura 3 Representación de Estructura Simple  
 Fuente: “Mecánica de Suelos” Juarez Badillo & Rico Rodriguez, 2010, p. 79

**1.2.3.2. Estructura Panaloide.**

Son característicos de partículas pequeñas de diámetro igual a 2 micras o algo menores, su estructuración tiene forma de panal, esto debido a que además de las fuerzas gravitacionales que buscan la sedimentación en el proceso de este las fuerzas de adhesión unen partículas unas a otras formando celdas, esta estructuración posee una cantidad importante de vacíos. (Juarez Badillo & Rico Rodriguez, 2010, pág. 81)

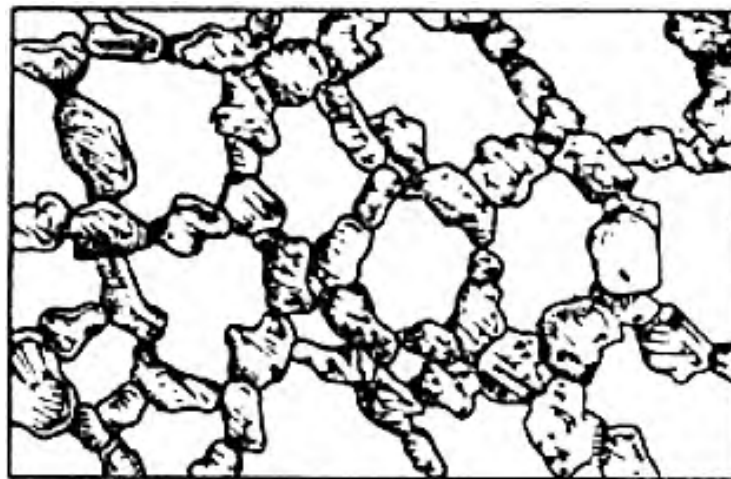


Figura 4 Representación de Estructura Panaloide  
 Fuente: “Mecánica de Suelos” Juarez Badillo & Rico Rodriguez, 2010, p.82

**1.2.3.3. Estructura Floculenta.**

Comparten características con la forma panaloide, de tal manera que son llamados también panaloide de orden superior; la diferencia data en que las “celdas” no son formadas por partículas individuales, sino más bien por grumos de partículas que ya forman a su vez panales. Este mecanismo produce una estructura muy blanda y suelta en la que el volumen sólido puede no representar más de un 5 – 10 %. (Juarez Badillo & Rico Rodriguez, 2010, págs. 82,83)

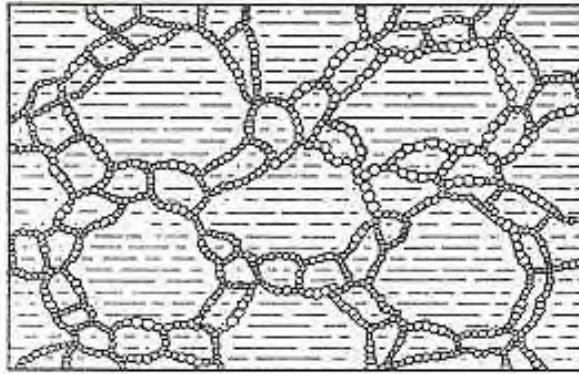


Figura 5 Representación de Estructura Floculenta  
 Fuente: "Mecánica de Suelos" Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2010, p. 83

**1.2.3.4. Estructuras Compuestas.**

En la realidad será difícil encontrar suelos puramente con las estructuras mencionadas anteriormente; esto nos induce a analizar el comportamiento conjunto del proceso de estructuración de suelos finos y gruesos, donde los granos gruesos se sedimentarán y las masas coloidales de flóculos conformarán el nexo entre ellos formando esqueletos compuestos. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2010, pág. 84)

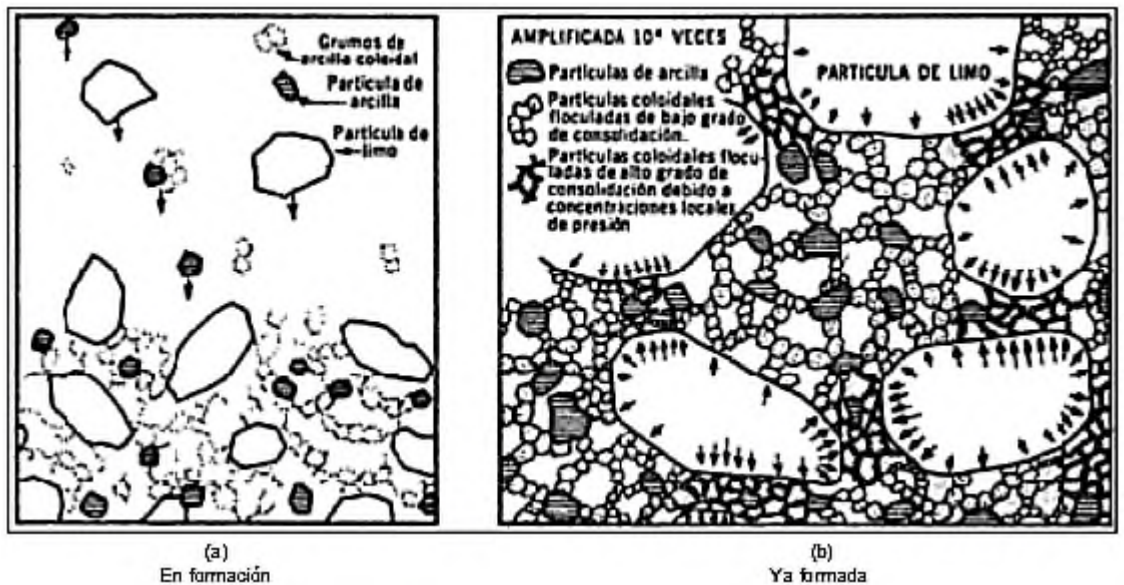


Figura 6 Representación de Estructura Compuesta  
 Fuente: "Mecánica de Suelos" Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2010, p. 83

**1.2.4. Granulometría.**

Es un ensayo mecánico y destructivo del suelo, esto último es debido a que al realizarlo se pierde la compactidad y orientación de las partículas, características que son determinantes en el análisis del comportamiento mecánico e hidráulico del suelo.

“En suelos finos en estado inalterado, las propiedades mecánicas e hidráulicas depende en tal grado de su estructuración y su historia geológica, que el conocimiento de su granulometría, resulta totalmente inútil (...) solamente en suelos gruesos, cuya granulometría puede determinarse por mallas, la distribución por tamaños puede revelar algo de lo referente a las propiedades físicas del material” (Juarez Badillo & Rico Rodriguez, 2010, pág. 97).

“Generalmente se utilizan dos métodos para encontrar la distribución de tamaño de partícula de suelo: (1) Análisis de Tamiz para tamaños de partículas mayores de 0.075mm de diámetro, y (2) Análisis de Hidrómetro para tamaños de partículas más pequeñas que 0.075mm de diámetro” (Das, 2015, pág. 33)

Para el análisis granulométrico de un suelo, Allen Hazen propuso dos parámetros teniendo así el Coeficiente de Uniformidad (Cu), y Coeficiente de curvatura (Cc). El coeficiente de Uniformidad es un valor que decrece a medida que la uniformidad aumenta, mientras que el coeficiente de curvatura es un indicador que expresa el equilibrio relativo entre los diferentes intervalos de tamaño de las partículas de suelo.

**Tabla 9**  
*Tamaños Estándar de Tamices*

<b>Tamiz Número</b>	<b>Abertura(mm)</b>
N° 4	4.750
N° 6	3.350
N° 8	2.360
N° 10	2.000
N° 16	1.180
N° 20	0.850
N° 30	0.600
N° 40	0.425
N° 50	0.300
N° 60	0.250
N° 80	0.180
N° 100	0.150
N° 140	0.106
N° 170	0.088
N° 200	0.075
N° 270	0.053

Fuente: “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica” Braja M. Das, 2015, p. 34

Entonces, el conocimiento de la granulometría de un suelo nos permitirá clasificarlo en base a los sistemas existentes de clasificación sea SUCS, o ASSHTO, entre otros; poder estratificarlo y deducir características comunes a suelos ya conocidos.

### 1.2.5. Plasticidad.

“en Mecánica de Suelos puede definirse la plasticidad como la propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse” (Juarez Badillo & Rico Rodriguez, 2010, pág. 127).

Antiguamente se definía a la plasticidad como una propiedad exclusiva de las arcillas, pero las investigaciones progresivas de la mecánica de suelos determinaron que el comportamiento plástico estaba presente en suelos donde se hallen partículas finas de forma laminar, y un cierto contenido de humedad.

#### 1.2.5.1. Consistencia del Suelo.

“En 1900, un científico sueco llamado Albert Mauritz Atterberg desarrolló un método para describir la consistencia de los suelos de grano fino con diferentes contenidos de humedad”. (Das, 2015, pág. 64)

Es así que Atterberg, en base al contenido de humedad de un suelo, divide su comportamiento en cuatro estados básicos:

**Estado líquido;** Con las propiedades y apariencia de una suspensión.

**Estado Plástico;** estado en que el suelo se comporta plásticamente.

**Estado Semisólido;** en el que el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aún disminuye de volumen al estar sujeto ha secado.

**Estado Sólido;** en el que el volumen del suelo no varía con el secado.” (Juarez Badillo & Rico Rodriguez, 2010, págs. 127,128)

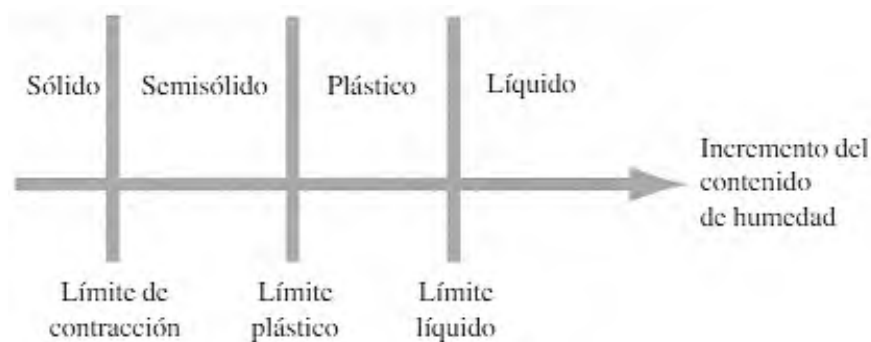


Figura 7 Límites de Atterberg

Fuente: “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica” Braja M. Das, 2015, p. 64

Es así que el contenido de humedad en el que se lleva a cabo las transiciones del estado Sólido a Semisólido, del estado Semisólido al Plástico y del estado Plástico al Líquido son definidos como Límite Contracción, Límite

plástico y Límite Líquido respectivamente, estos son conocidos como Límites de Consistencia o Atterberg.

#### ***1.2.5.2. Límite Líquido.***

Se define como “el contenido de agua por debajo del cual el suelo no se comporta ya como un material plástico” (Bowles, 2000, p. 36). La determinación del límite líquido se realiza mediante el ensayo estandarizado de La Cuchara de Casagrande, con la cual se obtienen puntos para determinar la curva de fluidez. Así, la ordenada de esa curva correspondiente a la abscisa de 25 golpes es el contenido de agua coincidente con el límite líquido de Atterberg. Además, A. Casagrande enunció que el número de golpes para cerrar la ranura en la prueba, estaría estrechamente relacionado con la resistencia al corte y tenacidad, especialmente en suelos plásticos (arcillas).

#### ***1.2.5.3. Límite Plástico.***

Se refiere a “el contenido de agua por encima del cual el suelo se comporta como un líquido viscoso” (Bowles, 2000). El procedimiento para determinar el Límite plástico está dispuesto en la ASTM D 4318, básicamente consiste en un repetitivo rolado manual de rollitos de suelo hasta obtener un diámetro de 3mm esto sobre una placa de vidrio esmerilado, los resultados pueden ser reproducibles entre 1 a 3%.

#### ***1.2.5.4. Índice de plasticidad***

Es la representación cuantitativa del contenido de humedad, producto de la diferencia del Límite líquido y el Límite Plástico.

#### ***1.2.5.5. Carta de plasticidad***

Una vez conocidos los Límites líquidos y Límites Plástico de una muestra de Suelo es posible correlacionarlos mediante la carta de plasticidad. “Casagrande (1932) estudió la razón del Índice de Plasticidad con el Límite Líquido de una amplia variedad de suelos naturales. Sobre la base de los resultados de la prueba, se propuso una carta de plasticidad” (Das, 2015, pág. 73). Lo importante de esta carta radica en que nos permitirá identificar los suelos, y relacionar los parámetros físicos.

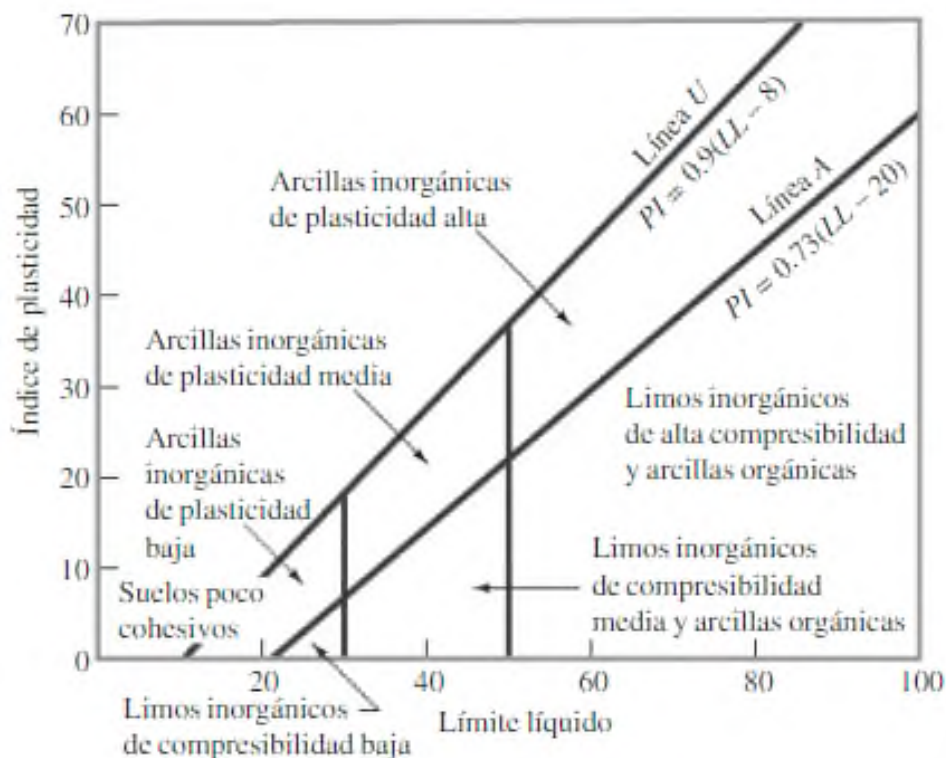


Figura 8 Carta de Plasticidad

Fuente: “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica” Braja M. Das, 2015, p. 74

### 1.2.6. Clasificación de suelos.

Desde un principio la Mecánica de Suelos ha desarrollado sistemas de Clasificación con el fin de sistematizar de mejor manera la infinidad de suelos existentes. Al principio las agrupaciones se basaron en criterios puramente descriptivos, luego se basaron en el análisis granulométrico (como se ha visto en clasificaciones anteriores), los cuales hoy por hoy han sido superados.

Actualmente, existen diversos sistemas de clasificación de suelos bastante desarrollados y aceptados. Entre ellos están el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el sistema de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Ambos de mayor aceptación y uso, se caracterizan por lo siguiente:

- Para la clasificación general o grupos, usan el análisis granulométrico el cual es más influyente en la fracción gruesa mediante cribado que revela el tamaño y distribución de granos gruesos.
- Los límites de consistencia forman parte del proceso de clasificación para afinar características del comportamiento del material respecto a plasticidad, sobre todo en la fracción fina (menor a la malla N°200).

Requieren especial atención en la selección de muestras para la realización de ensayos necesarios en el proceso de clasificación (granulometría, límites de consistencia).

En nuestro país está sintetizado y normalizada la clasificación de suelos, más teniendo el Reglamento Nacional de Edificaciones en el apartado de SUELOS y CIMENTACIONES la Norma E.0.50, nos da alcances para su aplicación.

### **1.3. MARCO LEGAL**

Además de las normas que estandarizan los ensayos a aplicar en la presente tesis, **referenciando a las normas NTP** , los ámbitos para su aplicación se rigen bajo los parámetros de la **Ley N° 29090 “Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones”**, y dentro de las 66 normas aprobadas dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones nos abocamos a la **Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones”**, que en conjunto fue **aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA**, señalar también que mediante Resolución Ministerial N° 406-2018-VIVIENDA se resolvió Modificación de la Norma Técnica E.050 Suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, entrando en vigencia a partir del lunes 3 de diciembre de 2018, siendo publicado en el diario oficial el Peruano.

### **1.4. MARCO CONCEPTUAL**

**Zonificación Geotécnicas:** Radica en detallar zonas de suelos con accionar semejante de forma que se logren determinar ahí sugerencias exactas para el diseño y creación de edificaciones.

**Mapas Geotécnicos:** Consiste en la representación gráfica de una zonificación geotécnica, cuyo propósito es brindar información general para numerosos proyectos que se estén necesitando.

## **CAPITULO II**

### **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **2.1. SITUACION PROBLEMÁTICA**

El constante crecimiento demográfico que se hace presente en todos los distritos de la Provincia de Ica demanda la construcción de edificaciones de vivienda para las familias; ante tal necesidad es evidente la informalidad a la hora de construir partiendo desde la fundación sobre suelos sin estudios previos para cimentación, es así que se hace necesario la aplicación de Normas Técnicas Peruanas a fin de determinar una Zonificación Geotécnica en áreas donde se asientan las familias, y en esta ocasión es punto de investigación la Zona 11 y Zona 12 del Distrito de la Tinguña.

#### **2.2. FORMULACION DE PROBLEMAS**

##### **2.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿En qué medida influye la Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171) Para Determinar La Zonificación Geotécnica Actualizada En La Zona 11 Y Zona 12 Del Distrito De La Tinguña - Ica?

##### **2.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS**

- ¿En qué medida influye conocer las características físicas del suelo y su capacidad portante para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito La Tinguña - Ica?
- ¿En qué medida influye conocer el tipo de suelo de acuerdo a la clasificación SUCS y AASHTO para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica?
- ¿En qué medida influye organizar un mapa de capacidades portantes para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica?

#### **2.3. DELIMITACION DEL PROBLEMA**

##### **2.3.1. DELIMITACION ESPACIAL A GEOGRAFICA**

###### **2.3.1.1. Ubicación**

- **Región:** Ica
- **Provincia:** Ica
- **Distrito:** La Tinguña

### *2.3.1.2. Mapa de ubicación*

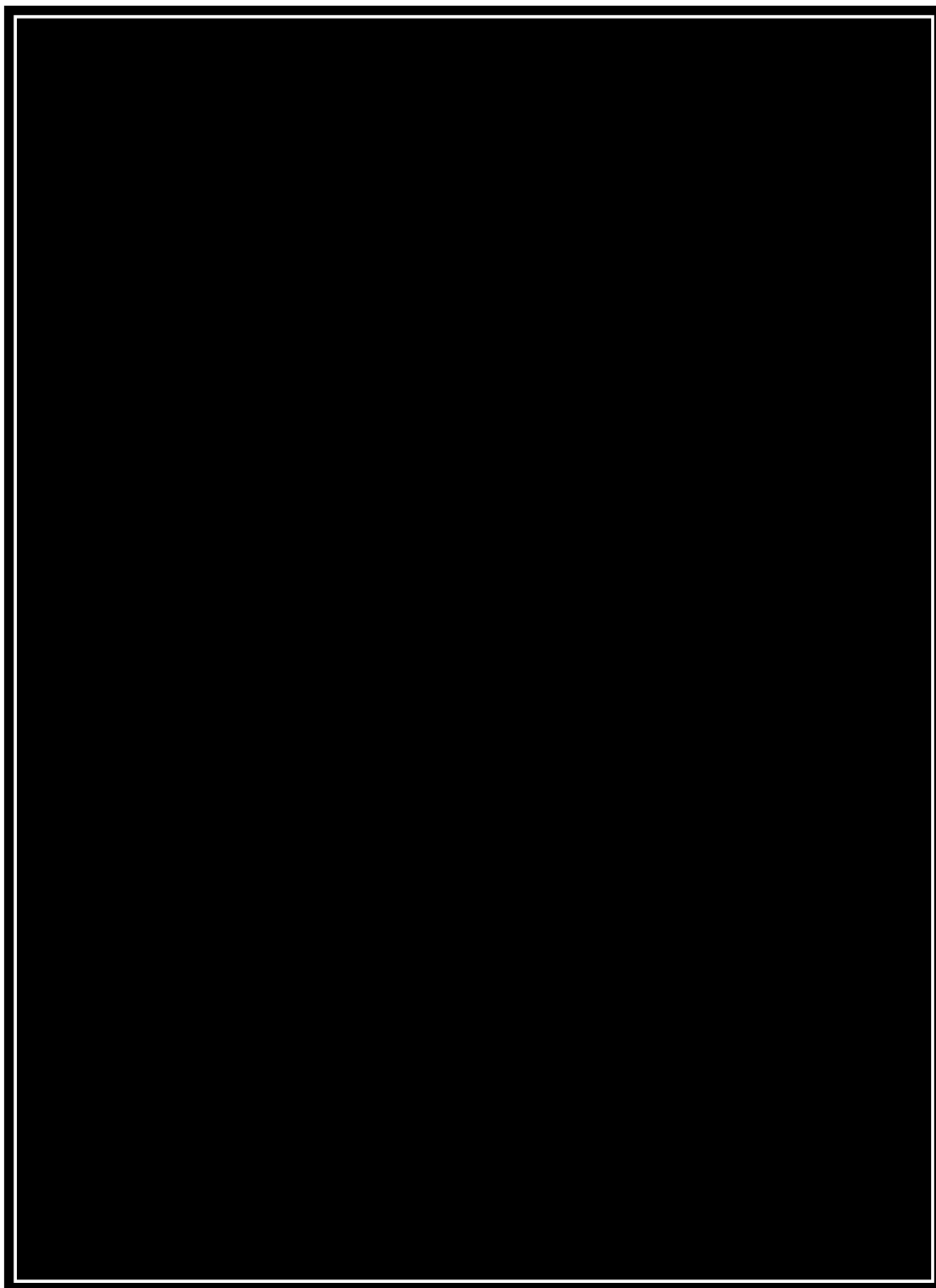


Figura 9 Mapa Político del Perú  
Fuente: Google.com

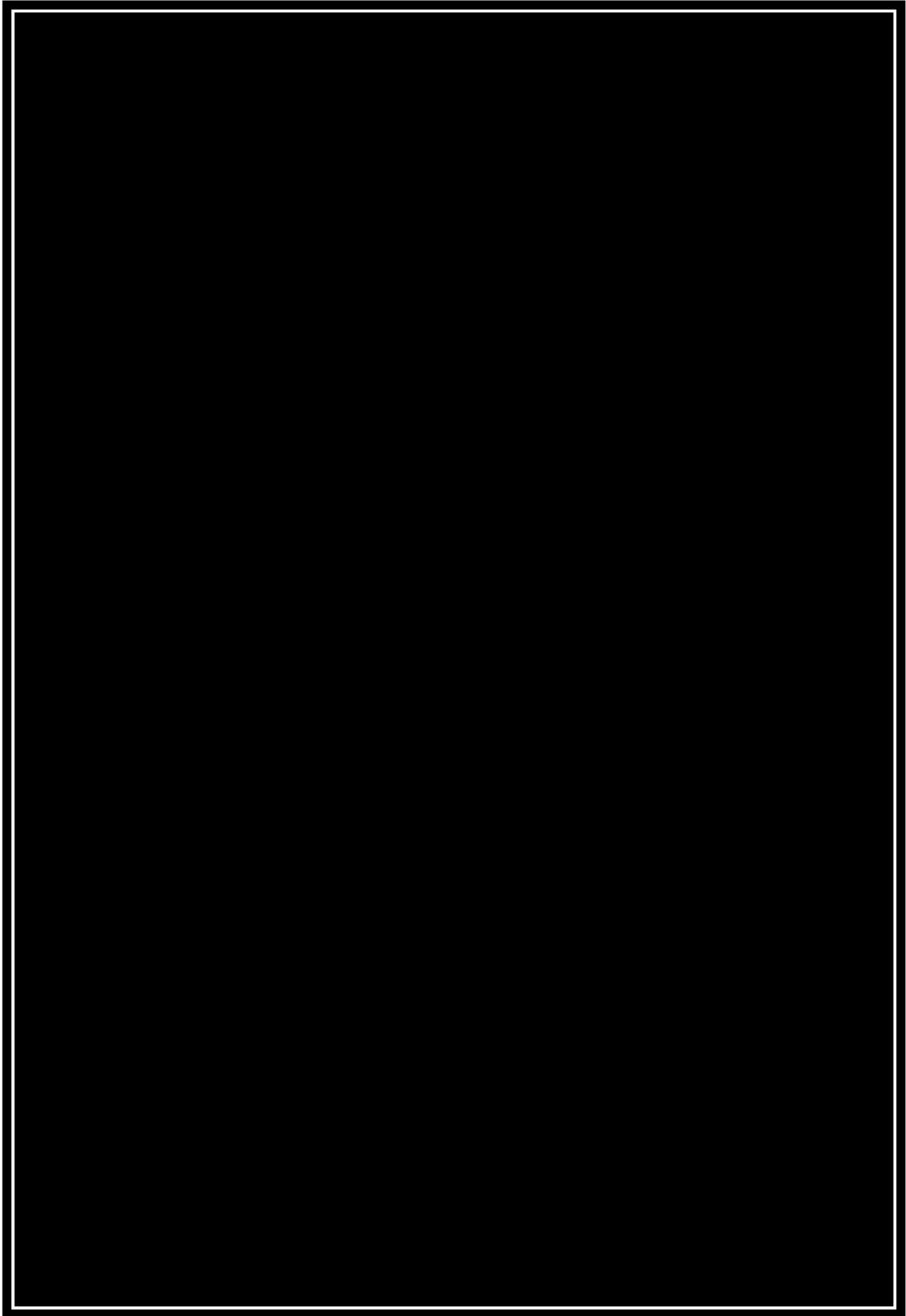


Figura 10 Mapa Político de la Región de Ica  
Fuente: Google.com

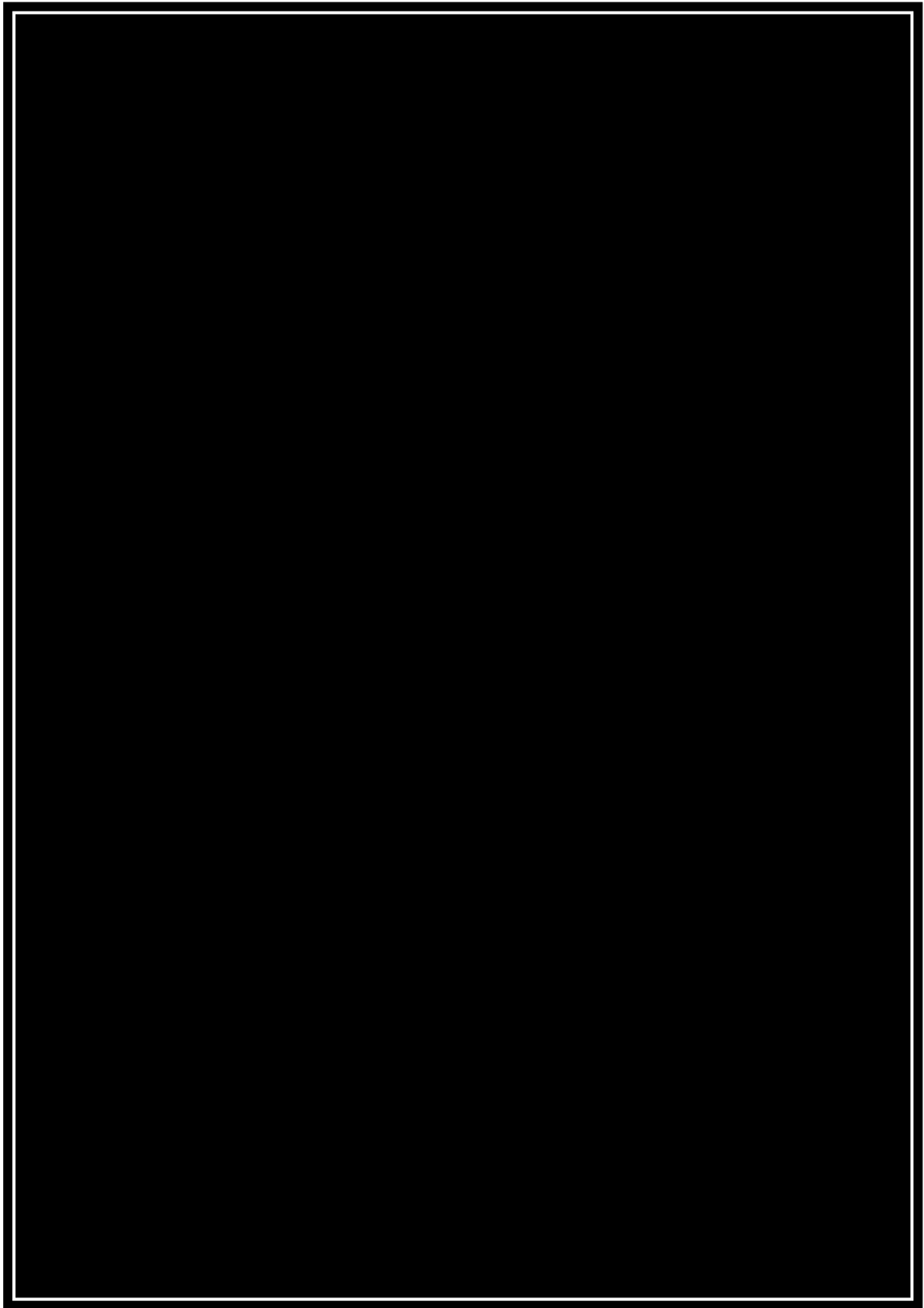


Figura 11 Mapa Político de la Provincia de Ica  
Fuente: Google.com

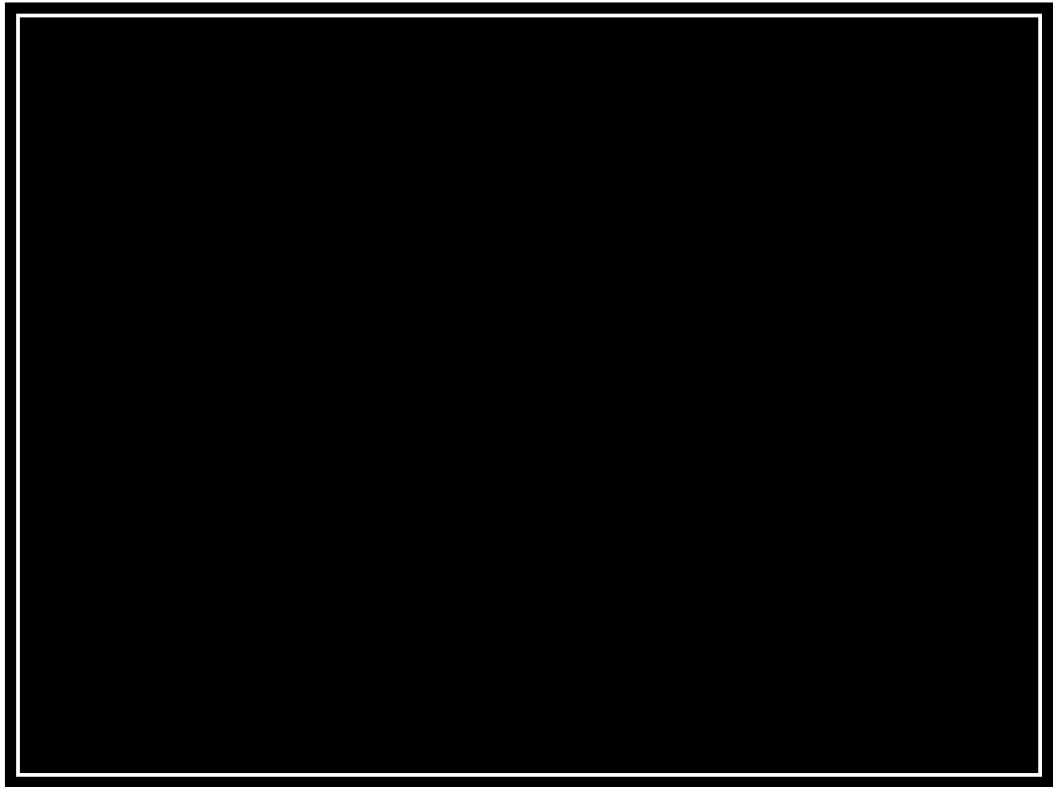


Figura 12 Catastro del Distrito de la Tinguña  
Fuente: Área Catastro de la Municipalidad de la Tinguña



Figura 13 Distrito de La Tinguña – Zona 11 y Zona 12  
Fuente: Elaboración Propia

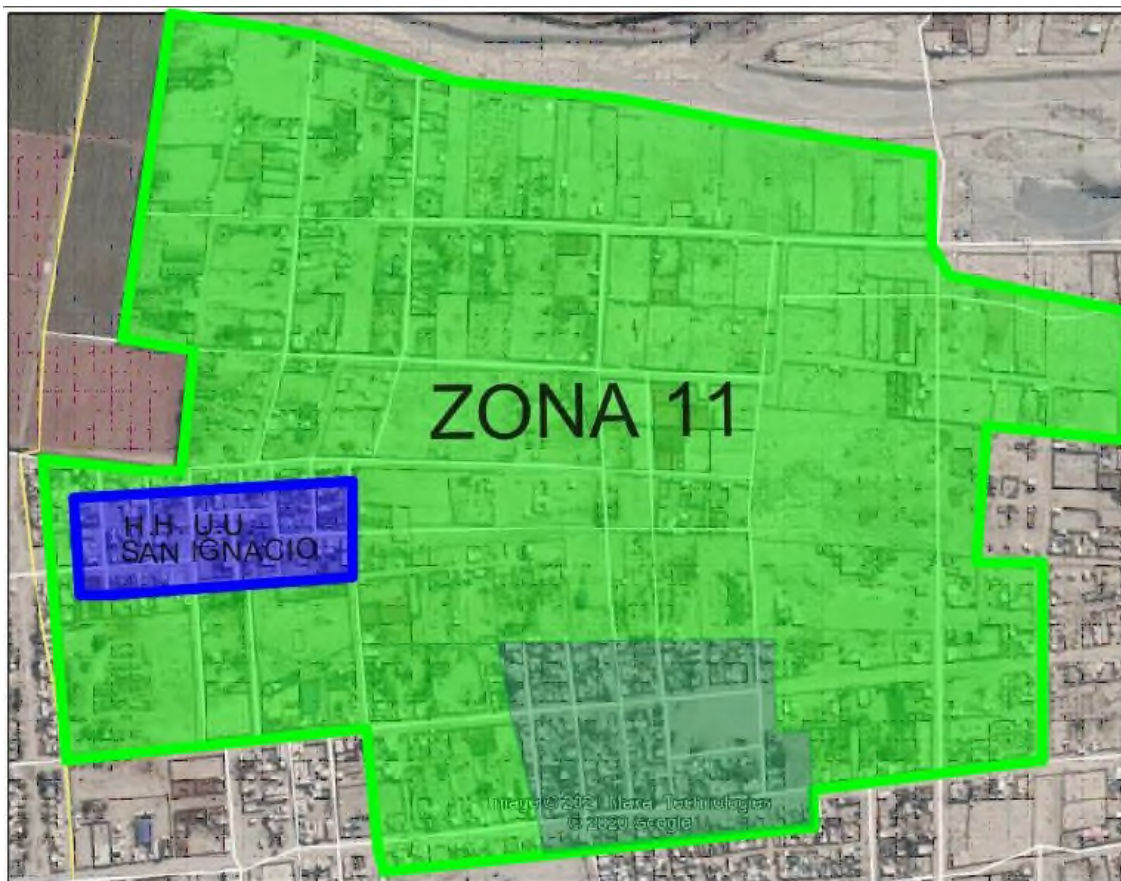


Figura 14 Zona 11 – HH.UU. San Ignacio  
Fuente: Google Earth

**Zona 11: Muestra Representativa - H.H. U.U. San Ignacio.**



Figura 15 Catastro del HH. UU. San Ignacio (Zona 11)  
Fuente: Área de Catastro de la Municipalidad de la Tinguña.

**Zona 11: HH. UU. San Ignacio**

**Tabla 10**

*Coordenadas UTM – HH.UU. San Ignacio*

<b>COORDENADAS UTM LOTE MATRIZ</b>				
<b>VERTICE</b>	<b>LADO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
A	AB	300.00	X=425174.5665	Y=8449125.6283
B	BC	100.00	X=425473.9300	Y=8449145.1600
C	CD	300.00	X=425465.9642	Y=8449244.8422
D	DA	100.00	X=425166.6007	Y=8449225.3105
<b>PERIMETRO</b>		<b>800.00 ml</b>	<b>AREA</b>	<b>29996.81 m2</b>

Zona 18L – WGS 84

Fuente: Elaboración Propia

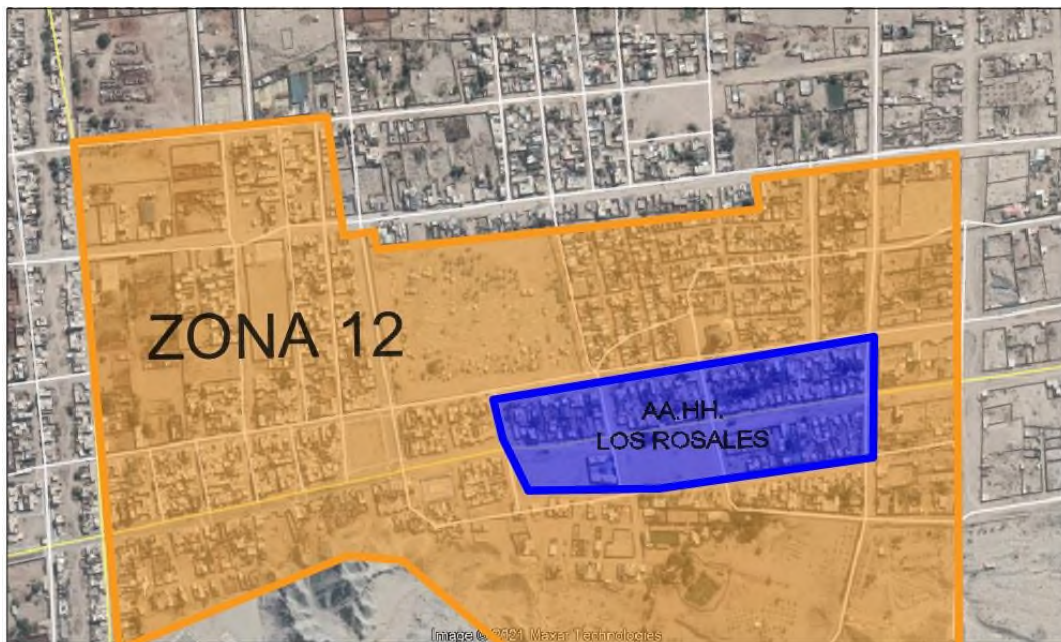


Figura 16 Zona 12 – AA.HH. Los Rosales

Fuente: Google Earth

**Zona 12: Muestra Representativa - A.A. H.H. Los Rosales**

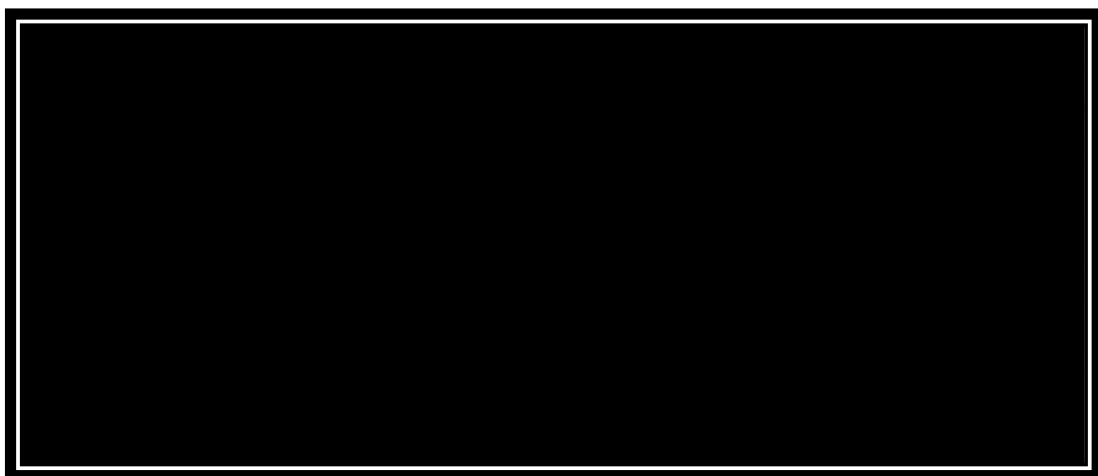


Figura 17 Catastro del AA.HH. Los Rosales (Zona 12)  
Fuente: Área de Catastro de la Municipalidad de la Tinguña.

## Zona 12: AA. HH. Los Rosales

**Tabla 11**

Coordenadas UTM – AA.HH. Los Rosales

COORDENADAS UTM LOTE MATRIZ				
VERTICE	LADO	DISTANCIA	ESTE (X)	NORTE (Y)
A	AB	262.03	X=425864.3189	Y=8448508.9880
B	BC	146.37	X=426123.6313	Y=8448546.6608
C	CD	468.13	X=426124.8090	Y=8448693.0247
D	DE	48.39	X=425662.9366	Y=8448616.7181
E	EF	70.45	X=425674.2796	Y=8448569.6782
F	FA	158.93	X=425705.4079	Y=8448506.4801
<b>PERIMETRO</b>		<b>1154.30 ml</b>	<b>AREA</b>	<b>60702.97 m2</b>

Zona 18L – WGS 84

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.1.3. Límites del área de estudio

- Límites del Distrito de la Tinguña:
  - Norte: Distrito de San Jose de Los Molinos.
  - Sur: Distrito de Parcona y Distrito de Los Aquijes.
  - Este: Distrito de Yauca del Rosario.
  - Oeste: Distrito de San Juan Bautista y Centro de Ica.
- Límites de H.H. U.U. San Ignacio (Zona 11)
  - Norte: Primera Ampliación de San Ignacio.
  - Sur: Propiedad Privada.
  - Este: Granja San Nicolas (Propiedad Privada).
  - Oeste: Propiedad Privada.
- Límites de A.A. H.H. Los Rosales (Zona 12)
  - Norte: A.A. H.H. Los Frayles.
  - Sur: Los Rosales Sector 2.
  - Este: Centro Poblado Los Jazmines.
  - Oeste: A.A. H.H. Las Flores.

### 2.3.1.4. Vías de acceso.

En el distrito de la Tinguña, la mayoría de sus calles y avenidas principales ya tiene obras ejecutadas o en ejecución de asfaltado. Los Accesos principales al Distrito de la Tinguña son: Por el Sur es la Av. Armando Revoredo que viene desde Parcona, Por el Este es la Av. Francisco Sales Sotelo. Para llegar a nuestras zonas de estudio, de entre las calles del Distrito de la Tinguña tenemos:

- **Acceso a la H.H. U.U. San Ignacio (Zona 11):**

El principal acceso es por la vía asfaltada de la Calle Panamá, cuyo asfalto llega hasta el cruce con la Calle Manuel Gonzales Prada; continua la Prolongación de la Calle Panamá, hasta llegar a la Habilitación Urbana siendo ya una vía de trocha.

- **Acceso al A.A. H.H. Los Rosales (Zona 12)**

El principal acceso es por la vía asfaltada de la Prolongación Av. Río de Janeiro, cuyas obras de asfaltado llegan cortar con la Calle Pedro Sotelo Camargo; continúa la Prolongación de la Calle Panamá, hasta llegar a la Habilitación Urbana siendo ya una vía de trocha.

### 2.3.2. DELIMITACION TEMPORAL

En esta ocasión la investigación se llevó a cabo en el periodo del año 2019, entre los meses de abril y diciembre.

### 2.3.3. DELIMITACION SOCIAL

La provincia de Ica a lo largo del tiempo ha demostrado tener una tendencia al crecimiento, esto se evidencia en base a los últimos censos realizados por el INEI, detallándose en la **Tabla 12**. Se puede observar que el crecimiento demográfico en el Distrito de la Tinguña en solo 10 años pasó de tener 30902 habitantes a 39574 habitantes, representando un crecimiento de 28%, y esto está directamente relacionado al aumento de necesidad de vivienda de las familias de Tinguña, creándose nuevos asentamientos humanos y habilitaciones, en algunos casos sin el debido planeamiento urbanístico.

**Tabla 12**

*Censos de la población en la Provincia de Ica*

Provincia y Distrito	Población Censada						
	1940	1961	1972	1981	1993	2007	2017
<b>Total</b>	<b>74 104</b>	<b>102 100</b>	<b>142 853</b>	<b>177 897</b>	<b>244 741</b>	<b>321 332</b>	<b>391 519</b>
Ica	26 456	57 158	64 802	82 028	106 381	125 189	150 280
<b>La Tinguña</b>	-	-	<b>8 509</b>	<b>11 571</b>	<b>22 180</b>	<b>30 902</b>	<b>39 574</b>
Los Aquijes	3 630	5 162	7 339	8 127	11 176	16 298	21 963
Ocucaje	-	-	-	-	3 305	3 639	4 392
Pachacútec	-	-	3 246	3 323	4 534	6 000	7 411
Parcona	-	-	17 994	26 970	40 283	50 349	54 047
Pueblo Nuevo	3 915	6 703	3 791	3 832	4 447	4 588	6 395
Salas	4 288	5 947	7 319	8 836	10 190	17 973	25 767
San José de Los Molinos	4 998	6 231	4 165	4 455	5 453	6 070	6 987

Provincia y Distrito	Población Censada						
	1940	1961	1972	1981	1993	2007	2017
San Juan Bautista	3 110	4 037	5 094	5 358	8 553	12 430	13 846
Santiago	5 638	11 973	13 239	15 086	15 028	23 657	27 645
Subtanjalla	-	2 075	3 621	4 390	8 747	19 019	27 387
Tate	-	-	1 511	2 188	3 133	4 101	4 709
Yauca del Rosario	2 120	2 814	2 223	1 733	1 331	1 117	1 116
El Ingenio 1/	3 560	-	-	-	-	-	-
Nasca	8 523	-	-	-	-	-	-
Palpa	7 866	-	-	-	-	-	-

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Censos Nacionales de Población y Vivienda.

Al tener un aumento de la población, la densidad poblacional ha venido aumentando, esto es un indicador de que la superficie destinada a viviendas del distrito de la Tinguña albergará cada vez más habitantes por unidad de área, lo que a su vez hace necesario un planeamiento urbanístico, y entre varios aspectos es necesario conocer geotécnicamente los terrenos destinados a viviendas.

**Tabla 13**

*Densidad Poblacional de la Provincia de Ica*

Provincia y Distrito	Densidad Poblacional						
	1940	1961	1972	1981	1993	2007	2017
<b>Total</b>	<b>9.39</b>	<b>12.93</b>	<b>18.10</b>	<b>22.54</b>	<b>31.00</b>	<b>40.71</b>	<b>49.6</b>
Ica	29.81	64.40	73.02	92.42	119.86	141.06	169.33
<b>La Tinguña</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>86.53</b>	<b>117.66</b>	<b>225.54</b>	<b>314.24</b>	<b>402.42</b>
Los Aquijes	39.93	56.78	80.72	89.39	122.92	179.26	241.56
Ocucaje	-	-	-	-	2.33	2.57	3.1
Pachacútec	-	-	94.17	96.40	131.53	174.06	215
Parcona	-	-	1 034.73	1 550.89	2 316.45	2 895.28	3 107.94
Pueblo Nuevo	118.21	202.39	114.46	115.70	134.27	138.53	193.09
Salas	6.58	9.13	11.23	13.56	15.64	27.58	39.54
San José de Los Molinos	13.76	17.16	11.47	12.27	15.01	16.71	19.24
San Juan Bautista	117.85	152.97	193.03	203.03	324.10	471.01	524.67
Santiago	2.03	4.30	4.76	5.42	5.40	8.50	9.93
Subtanjalla	-	10.70	18.67	22.63	45.09	98.05	141.19
Tate	-	-	213.72	309.48	443.14	580.06	666.05
Yauca del Rosario	1.64	2.18	1.72	1.34	1.03	0.87	0.87
El Ingenio	6.44	-	-	-	-	-	-
Nasca	6.81	-	-	-	-	-	-
Palpa	53.35	-	-	-	-	-	-

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Censos Nacionales de Población y Vivienda.

La población directamente beneficiada por esta investigación serán los habitantes de la HH.UU. San Ignacio y AA.HH. Los Rosales, que forman parte de la población de la Tinguña.

#### **2.3.4. DELIMITACION CONCEPTUAL**

En la presente investigación se realiza la aplicación de normas Nacionales a fin de determinar las propiedades físico, mecánicas de los distintos estratos que componen los suelos del área o zona estudiada, esto **hasta una profundidad establecida según el uso**, con la finalidad de representar una zonificación geotécnica para conocimiento y buen uso de la población tinguña.

### **2.4. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION**

#### **2.4.1. JUSTIFICACION**

##### **2.4.1.1. Justificación teórica.**

Los resultados de nuestra investigación servirán de precedente teórico para futuras investigaciones, como es el proceso y criterio de aplicación de las NTP, que son una de las variables, podrá ser material bibliográfico citable, y la Zonificación Geotécnica resultante servirá como referencia o consulta a futuros investigadores.

##### **2.4.1.2. Justificación práctica.**

Los pobladores de las Zonas 11 y 12 podrán ocupar los datos resultantes de la investigación, solicitándolos en la Municipalidad de Tinguña a fin de poder usarlos para el mejor diseño de la cimentación de sus viviendas o edificaciones.

##### **2.4.1.3. Justificación social.**

La Municipalidad de Tinguña no cuenta con un estudio de suelos de las Zonas 11 y 12, lo que no le permite evaluar y supervisar correctamente la elevación de estructuras por parte de la población que habita las Zonas 11 y 12, quienes en su gran mayoría cimientan sus edificaciones con el desconocimiento al que están expuestos, arriesgando su inversión de vivienda.

#### **2.4.2. IMPORTANCIA**

La importancia de esta investigación radica en determinar la influencia de la aplicación de las normas técnicas peruanas para determinar la zonificación geotécnica actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito de La Tinguña

## **2.5. OBJETIVOS DE INVESTIGACION**

### **2.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la influencia de la Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171) Para Determinar La Zonificación Geotécnica Actualizada En La Zona 11 Y Zona 12 Del Distrito De La Tinguña - Ica.

### **2.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la influencia de conocer las características físicas del suelo y su capacidad portante para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña – Ica.
- Determinar la influencia de conocer el tipo de suelo de acuerdo a la clasificación SUCS y AASHTO para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña – Ica.
- Determinar la influencia en organizar un mapa de capacidades portantes para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica.

## **2.6. HIPOTESIS DE INVESTIGACION**

### **2.6.1. HIPOTESIS GENERAL**

La Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171) influye para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica.

### **2.6.2. HIPOTESIS ESPECIFICOS**

- Conocer las características físicas del suelo y su capacidad portante influye para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica.
- Conocer el tipo de suelo de acuerdo a la clasificación SUCS y AASHTO influye para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica.
- Organizar un mapa de capacidades portantes influye para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica.

## **2.7. VARIABLES DE INVESTIGACION**

### **2.7.1. IDENTIFICACION DE VARIABLES**

#### **2.7.1.1. Variable Independiente.**

Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171).

#### **2.7.1.2. Variable Dependiente.**

Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña – Ica.

## 2.7.2. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

**Tabla 14**

*Operacionalización de Variables*

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ITEMS</b>
<b>Independiente</b> Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171)	Exploración y clasificación de suelos aplicando normas estandarizadas de carácter nacional.	Clasificación de suelos según SUCS Y AASHTO	-Conocer las características físicas del suelo.	Aplicación de los distintos ensayos según la NTP.
			-Conocer el tipo de suelo.	Tener equivalencias de resultados entre SUCS y AASHTO.
		- Zonificar suelos	-Organizar mapa de Zonificación de Suelos.	Representaciones delimitadas geográficamente. Manejar una leyenda según capacidad portante. Manejar una leyenda según estratigrafía.
<b>Dependiente</b> Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña – Ica.	Identificar y organizar datos técnicos obtenidos para su interpretación y presunta aplicación en fines constructivos.	-Calidad en construcción de viviendas.	-Evitar la construcción informal.	Mejorar la calidad de las viviendas en el ámbito estructural. Disminuir la autoconstrucción.
		-Costo de inversión	-Disminuye costo de investigación de suelos.	Facilitar al poblador de las zonas 11 y zona 12 del distrito de la Tinguña la zonificación geotécnica. Acelerar los tiempos de ejecución de proyectos de vivienda.

Fuente: Elaboración Propia

### 2.7.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Tabla 15**

*Matriz de Consistencia*

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>General:</b> ¿En qué medida influye la Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171) Para Determinar La Zonificación Geotécnica Actualizada En La Zona 11 Y Zona 12 Del Distrito De La Tinguña - Ica?</p> <p><b>Específicos:</b> ¿En qué medida influye conocer las características físicas del suelo y su capacidad portante para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito La Tinguña - Ica?</p> <p>¿En qué medida influye conocer el tipo de suelo de acuerdo a la clasificación SUCS y AASHTO para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica?</p> <p>¿En qué medida influye organizar un mapa de capacidades portantes para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica?</p>	<p><b>General:</b> Determinar la influencia de la Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171) Para Determinar La Zonificación Geotécnica Actualizada En La Zona 11 Y Zona 12 Del Distrito De La Tinguña - Ica.</p> <p><b>Específicos:</b> Determinar la influencia de conocer las características físicas del suelo y su capacidad portante para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña – Ica.</p> <p>Determinar la influencia de conocer el tipo de suelo de acuerdo a la clasificación SUCS y AASHTO para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña – Ica.</p> <p>Determinar la influencia en organizar un mapa de capacidades portantes para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica.</p>	<p><b>General:</b> La Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171) influye para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica.</p> <p><b>Específicos:</b> Conocer las características físicas del suelo y su capacidad portante influye para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica.</p> <p>Conocer el tipo de suelo de acuerdo a la clasificación SUCS y AASHTO influye para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica.</p> <p>Organizar un mapa de capacidades portantes influye para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171)</p> <p><b>Indicadores:</b> - Conocer las características físicas del suelo. - Conocer el tipo de suelo. - Organizar mapa de Zonificación de Suelos.</p> <p><b>Variable Dependiente:</b> Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña – Ica.</p> <p><b>Indicadores:</b> - Evitar la construcción informal. - Disminuye costo de investigación de suelos.</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada:</b> El presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada a fin de cumplir con los parámetros para determinar la Zonificación geotécnica.</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN Nivel Explicativo:</b> La investigación es explicativa, por que se parte de una situación problemática para encontrar las posibles causas asociados a la determinación de la Zonificación Geotécnica.</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> Diseño no Experimental Transversal: Porque se basa en la observación de hechos y la medición de indicadores de la variable en un momento dado.</p> <p><b>POBLACIÓN:</b> Normas Técnicas Peruanas.</p> <p><b>MUESTRA:</b> Normas para determinar propiedades de suelos.</p> <p><b>TÉCNICAS:</b> Observación Análisis Documental</p> <p><b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</b> EQUIPOS (Cámara Fotográfica, Hojas de Registros, Cinta Métrica, laptop)</p>

Fuente: Elaboración Propia

## **CAPITULO III**

### **3. ESTRATEGIA METODOLOGICA/ METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACION**

##### ***3.1.1. Tipo de Investigación***

El presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada a fin de cumplir con los parámetros para determinar la Zonificación geotécnica.

##### ***3.1.2. Nivel de Investigación***

La investigación es explicativa, porque se parte de una situación problemática para encontrar las posibles causas asociados a la determinación de la Zonificación Geotécnica.

El estudio posee el nivel explicativo, porque va más allá de la descripción de conceptos, y más allá del establecimiento de las relaciones entre la aplicación de las normas NTP y la determinación de la zonificación geotécnica.

##### ***3.1.3. Diseño de Investigación***

Nuestra investigación es de Diseño no Experimental Transversal, porque se basa en la observación de hechos y la medición de indicadores de la variable en un momento dado.

#### **3.2. POBLACION Y MUESTRA MATERIA DE INVESTIGACION**

##### ***3.2.1. Población de Estudio***

Por la naturaleza de nuestra investigación, nuestra población son las Normas Técnicas Peruanas.

##### ***3.2.2. Muestra de Estudio***

Debido a la amplia extensión de Normas existentes, tomamos como muestra de estudio, las Normas Técnicas Peruanas direccionadas a la determinación de las propiedades de los suelos.

## CAPITULO IV

### 4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

#### 4.1. TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

Para el desarrollo de nuestra investigación, en lo que concierne a la toma de muestras primero se siguieron los lineamientos descritos en el Reglamento Nacional de Edificación **Norma E.050**, esto con la finalidad de escoger los puntos de exploración, en lo que concierne a las cantidades y pesos necesarios de las muestras para la **aplicación de las Normas Técnicas Peruanas** fueron de terminadas por estas mismas.

#### 4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Cada Norma Técnica Peruana de aplicación en la presente investigación describe para su ejecución distintos instrumentos y equipos, estos se darán a detalle en el punto

4.4. Además de equipos e instrumentos de campo y/o laboratorio, se usaron:

- **Equipos de gabinete.** Computadoras, impresora, escaner.
- **Software de pc.** Microsoft Office, Autocad, Civil 3D, Power Paint, ArcGIs.
- **Útiles de oficina.** Hojas A4, tableros, reglas, lapiceros, engrampador, perforador, entre otros.
- **Útiles de Laboratorio.** Bandejas, balanzas, taras, Equipos de Corte directo, copa Casagrande, entre otros.

#### 4.3. TECNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS, ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Para cumplir con los objetivos de la presente investigación, el proceso de ejecución se puede establecer en tres fases, de la siguiente forma:

- **Entrada:** se inició con la elección de los puntos a intervenir en la zona 11(HH.UU. San Ignacio) y zona 12 (AA.HH. Los Rosales) del distrito de la Tinguña, con la finalidad de obtener las muestras necesarias y proceder con la aplicación de las NTP.
- **Proceso:** Las muestras de los distintos estratos identificados en la exploración de las calicatas y pozos fueron llevados a laboratorio de suelos para la aplicación de los procedimientos según NTP, los datos obtenidos por cada ensayo fueron registrados en formatos y tablas para mantener un mejor orden en su posterior análisis e interpretación.
- **Salida:** se ordenó los datos obtenidos de las muestras para su interpretación. Con los datos obtenidos se analiza y clasifica según lo dispuesto en el marco conceptual y marco legal, se ordenó en tablas y gráficos para un mejor análisis.

Valiéndonos de softwares se generó planos de Estratigrafía y Capacidad portante de zonas exploradas.

Para determinar la Zonificación geotécnica se utilizaron las nomenclaturas y simbología de estratigrafía de los suelos que están descritos en Reglamento Nacional de Edificaciones - NORMA E0.50.

#### **4.4. METODOS DE LOS ENSAYOS**

##### **4.4.1. Análisis Granulométrico de Suelos (NTP 339.128, ASTM D 422; D 1140)**

El análisis granulométrico es un intento de determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de granos presentes en una masa de suelos dada.

- Los tamices varían en tamaño desde 3" en la serie más gruesa hasta el N° 200 en la serie correspondiente a suelo fino.
- La información obtenida se presenta en forma de curva para comparar los suelos y visualizar más fácilmente.

##### **4.4.1.1. Tabla de Tamices**

Serie de tamices usados para el ensayo por tamizado según la norma son:

**Tabla 16**

*Tabla de Tamices*

<b>TAMIZ</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>
3"	75
2"	50
1 1/2"	37.5
1"	25
3/4"	19
3/8"	9.5
1/4"	6.3
N° 4	4.75
N° 10	2
N° 20	0.85
N° 30	0.6
N° 40	0.425
N° 60	0.25
N° 100	0.15
N° 200	0.075

Fuente: NTP 339.138

#### 4.4.1.2. Equipos:

Los equipos usados para el desarrollo del ensayo fueron:

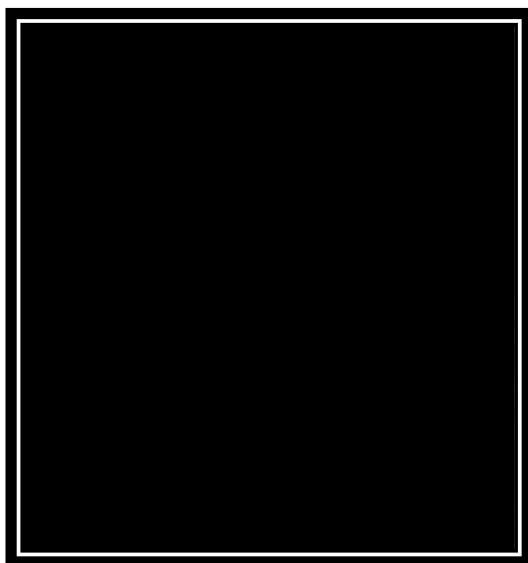


Figura 18 Serie de Tamices de acuerdo a la Norma  
Fuente: Elaboración Propia

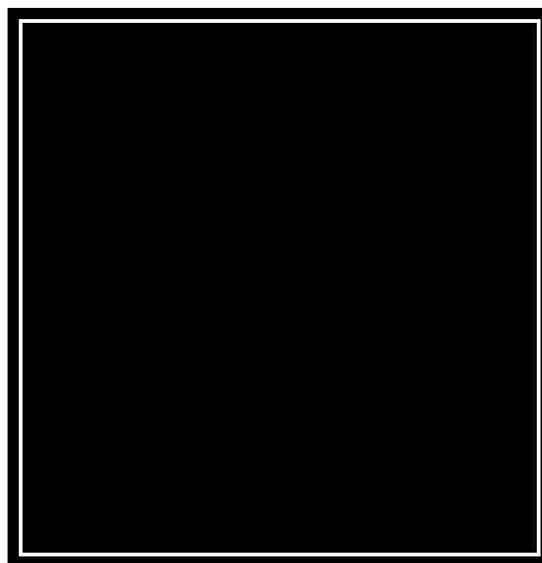


Figura 19 Balanza digital  
0.01gr para muestras menos de 200gr  
0.1gr para muestras más de 200gr  
Fuente: Elaboración Propia

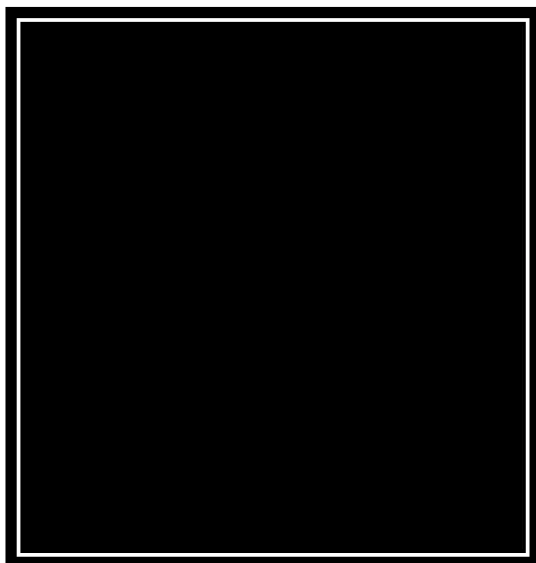


Figura 20 Horno de Secado  
Fuente: Elaboración Propia

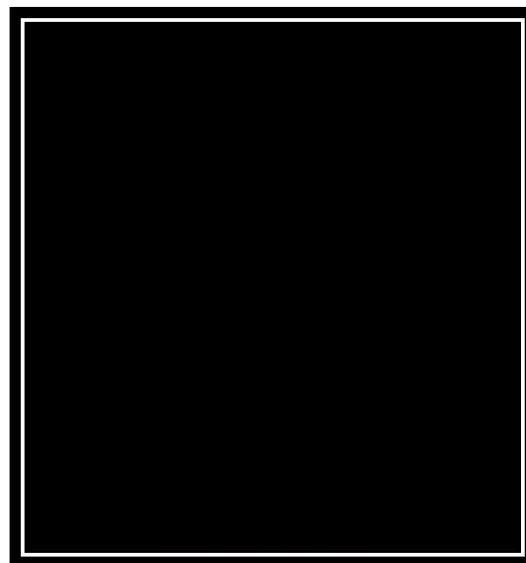


Figura 21 Taras y recipientes resistentes a altas temperaturas y corrosión.  
Fuente: Elaboración Propia

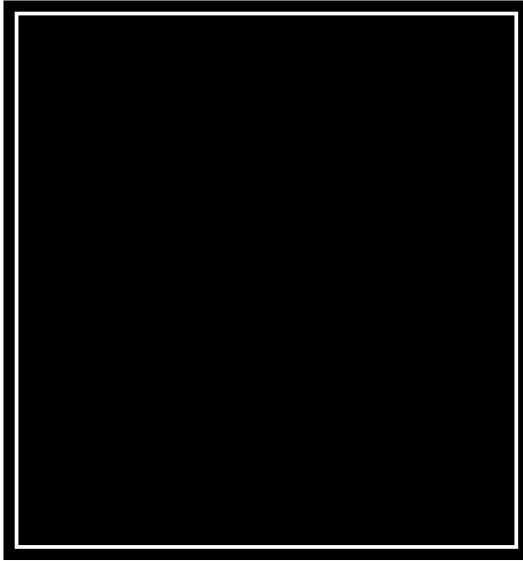


Figura 22 Muestra representativa para el cuarteo  
Fuente: Elaboración Propia

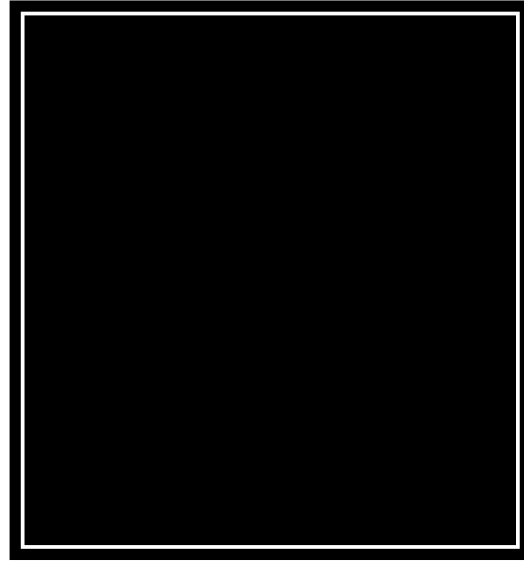


Figura 23 Pipetas y vasijas para el lavado de la muestra  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 24 Serie de Tamices que separan gravas, arenas y finos  
Fuente: Elaboración Propia

#### ***4.4.1.3. Procedimiento***

- 1) Tener la cantidad necesaria para el ensayo la cual dependerá del tamaño más grande de la partícula.
- 2) Hacer un cuarteo de la muestra, varias veces hasta tener una muestra mejor definida y uniforme. Seleccionar una tara y pesarla para obtener:  
**Peso Tara + Peso Suelo Húmedo (gr)**
- 3) Pesar la muestra seleccionada y llevarla al horno por 24 horas.
- 4) Una vez secada la muestra, esta se pesará y se obtiene un nuevo peso (de la muestra seca), así obtener:  
**Peso Tara + Peso Suelo Seco (gr)**

- 5) Se lavará la muestra seca, para ello se usará la malla N° 200, se hecha la muestra en porciones de forma que no se pierda las partículas mayores a la malla N° 200 (0.074mm de diámetro)
- 6) Una vez lavada la muestra por la malla N° 200, el material retenido debe secarse al horno por 24 horas, luego de esa etapa se enfría la muestra y se pesa. Así se obtiene:

**Peso Tara + Peso Suelo Seco Lavado (gr)**

- 7) Tamizar la muestra secada al horno.
- 8) Luego del tamizado se procede a pesar el material retenido en cada malla.

**4.4.2. Contenido de Humedad (NTP 339.127, ASTM D 2216)**

Es un ensayo para determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en término de su peso seco.

- La cantidad de muestra dependerá de la profundidad del suelo y magnitud del proyecto, será necesario hacer cuarteo.
- La profundidad de la calicata dependerá de la obra:
  - ✓ Carreteras: mínimo 1.50m de profundidad.
  - ✓ Edificaciones: mínimo 2.50m – 3.00m de profundidad.

**4.4.2.1. Formula:**

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$W\%$  = Porcentaje de humedad del suelo

$W_w$  = Peso del agua contenido en el suelo

$W_s$  = Peso del suelo seco (sólido)

#### 4.4.2.2. Equipos que se usarán:

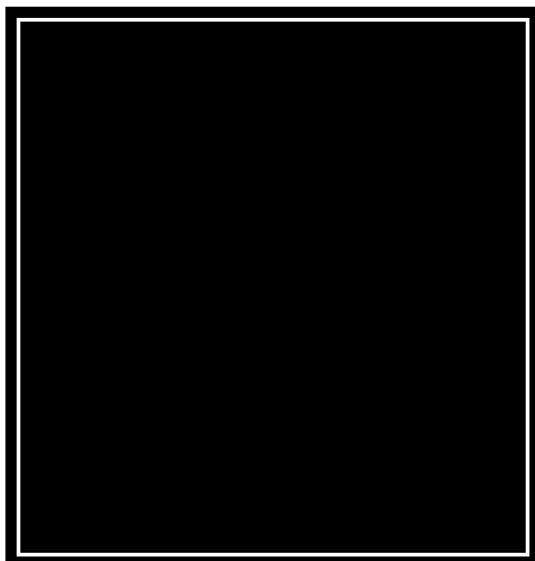


Figura 25 Horno de Secado  
Fuente: Elaboración Propia

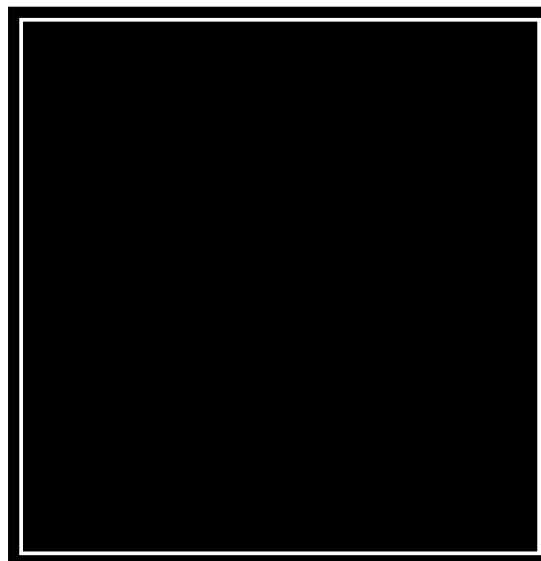


Figura 26 Balanza Digital  
0.01gr para muestras menos de 200gr  
0.1 gr para muestras más de 200gr  
Fuente: Elaboración Propia

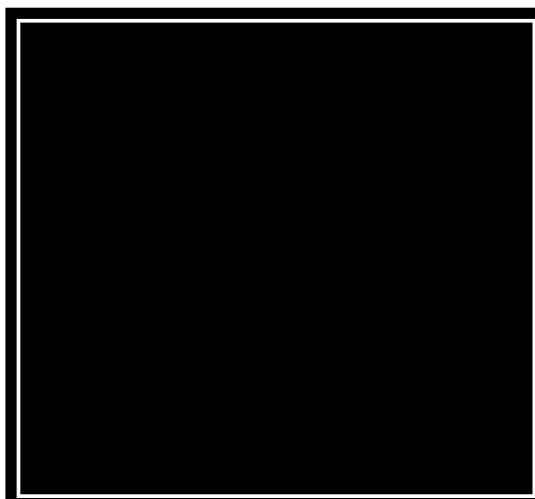


Figura 27 Taras y recipientes resistentes a altas temperaturas y corrosión  
Fuente: Elaboración Propia

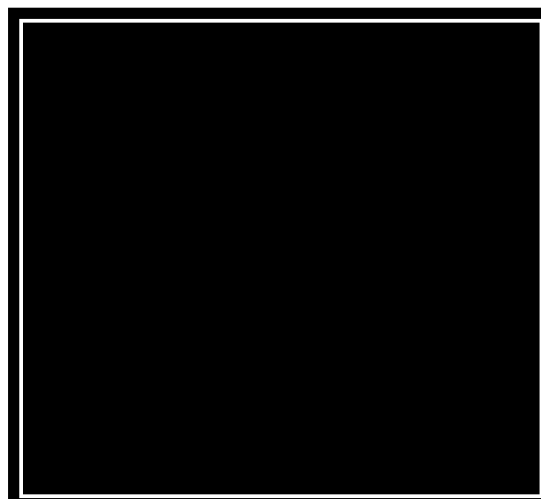


Figura 28 Tenazas y espátulas  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.2.3. Procedimiento:

- 1) Obtener el peso de un recipiente (tara) limpio y seco, luego anotar:

$$W_{tara}$$

- 2) Sacar cuidadosamente la muestra inalterada del suelo y pesarla con la tara.

$$W_{tara} + W_{suelo\ húmedo}$$

- 3) Nota: No tenerla expuesta al aire libre sin antes pesarla, evitará evaporación de los líquidos o aumento de ellos.
- 4) Colocar la tara con el suelo húmedo al horno por 24 horas.

Finos y Granulares: 50 °C – 60 °C

Arcillosos y Cohesivos: 100 ± 5 °C

- 5) Sacar la muestra seca y pesarla inmediatamente para no alterarla con la temperatura del entorno:

$$W_{tara} + W_s$$

#### 4.4.2.4. Consideraciones:

Las muestras deben ser remitidas al laboratorio parafinados o protegidos convenientemente para evitar pérdidas de humedad durante el transporte.

La cantidad mínima de muestra a utilizar está en concordancia con el tamaño máximo.

**Tabla 17**

*Cantidad de muestras según TMN*

<i>Tamaño máximo de partícula</i>	<i>Peso mínimo de muestra para contenido de humedad reportados a ± 0.1%</i>	<i>Peso mínimo de muestra para contenido de humedad reportados a ± 1%</i>
2mm o menos	20gr	20gr
4.75mm	100gr	20gr
9.5mm	500gr	50gr
19mm	2.5kg	250gr
37.5mm	10kg	1kg
75mm	50kg	5kg

Fuente: Norma NTP 339.127

En los suelos con materia orgánica, con contenido de yeso, etc. La temperatura de secado debe ser lenta porque hay riesgos de que la muestra se queme. La temperatura dependerá del tipo de muestra (no mayor de 40 °C) y en consecuencia el tiempo de secado será mayor.

#### 4.4.3. Límites de Atterberg (NTP 339.129, ASTM D 4318)

Como se mencionó en el numeral 1.4.4, los límites de Atterberg son los límites entre los estados propuestos, para su cálculo se lleva a cabo los siguientes procedimientos.

##### 4.4.3.1. Límite Líquido.

El procedimiento general consiste en colocar una muestra húmeda en la copa Casagrande, dividirlo en dos con el acanalador y contar el número de golpes requerido para cercar la ranura.

- Si el número de golpes es exactamente 25, el contenido de humedad de la muestra es el límite líquido.
- El procedimiento estándar es efectuar por lo menos 3 determinaciones para 3 contenidos de humedad diferentes. Se anota el número de golpes y su contenido de humedad. Luego se grafican los datos en escala semilogarítmica y se determina el contenido de humedad para N° 25 golpes.

#### 4.4.3.1.1. Detalles de la Copa Casagrande:

Dispositivo mecánico que puede ser operado manualmente o con un motor eléctrico.

- Base: Es una plataforma de caucho duro que permite el rebote de la copa de bronce. La parte inferior está conformada de un caucho de aísla la plataforma de base y la superficie de trabajo.
- Copa de Bronces: Su peso incluido el manubrio debe estar entre 185gr y 215gr
- Leva: Diseñada para levantar la copa Casagrande sauce y continuamente hasta su máxima altura, sobre una distancia de por lo menos 180° de rotación de leva, sin desarrollar velocidad en la copa en el momento de la caída.

#### 4.4.3.1.2. Equipos:



Figura 29 Copa Casagrande  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 30 Tara, espátula, acanalador  
Fuente: Elaboración Propia

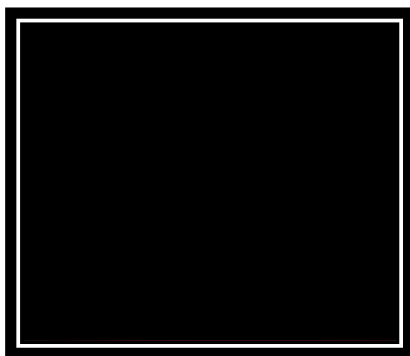


Figura 31 Recipientes para mezclado  
Fuente: Elaboración Propia

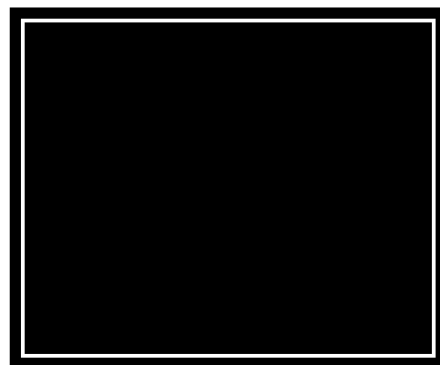


Figura 32 Balanza 0.01gr  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.3.1.3. Procedimiento

- 1) Preparar la muestra seca desintegrándola con el mortero
- 2) Pasarlo por la malla N° 40 para obtener una muestra representativa de unos 250gr aproximadamente. De estos se harán 4 ensayos
- 3) Colocar el suelo que pasa por la malla N° 40 en una vasija y añadir una pequeña cantidad de agua, dejar que la muestra se humedezca.
- 4) Mezclar con la ayuda de una espátula hasta que el color sea uniforme y conseguir una mezcla homogénea. La consistencia de la pasta debe ser pegajosa.
- 5) Se coloca una pequeña cantidad de masa húmeda en la parte central de la copa y se nivela la superficie.
- 6) Se pasa el acanalador por el centro de la copa para cortar en dos la pasta del suelo.
- 7) La ranura debe apreciarse claramente y que separe completamente la masa en dos partes. La mayor profundidad del suelo en la copa debe ser igual a la altura de la cabeza del acanalador ASTM.
- 8) Si se utiliza la herramienta Casagrande se debe mantener firmemente perpendicular a la superficie de la copa, de forma que la profundidad de la ranura sea homogénea.
- 9) Poner en movimiento la cazuela con ayuda de la manivela y suministrar los golpes que sean necesarios para cerrar la ranura en 12.7mm (1/2”).
- 10) Cuando se cierre la ranura en 1/2”, registrar la cantidad de golpes y tomar una muestra de la parte central para la determinación del contenido de humedad.

#### 4.4.3.1.4. Consideraciones:

Este proceso se repite nuevamente con 3 muestras más para lograr cuatro puntos diferentes contenidos de humedad.

Los siguientes rangos de golpes son los recomendados:

- 30 a 40 golpes
- 25 a 30 golpes
- 20 a 25 golpes
- 15 a 20 golpes

#### 4.4.3.1.5. Variables:

- Cantidad de suelo Utilizado.
- Velocidad a la cual se dan golpes, son 2 golpes por segundo.
- Tiempo de reposo del suelo en la copa antes de comenzar la cuenta de golpes.

- Limpieza de la copa antes de colocar la masa del suelo para el ensayo.
- Humedad del laboratorio y rapidez con la que se hace el ensayo.
- Calibración de la altura de la copa debe ser 1cm.

#### **4.4.3.2. Límite Plástico**

El Límite Plástico es la humedad correspondiente en la cual el suelo se cuartea y quiebra al formar pequeños rollitos o cilindros pequeños.

- Conjuntamente con el Límite Líquido, el Límite Plástico es usado en la identificación y clasificación de los suelos.
- Si el suelo no presentase Límite Plástico, quiere decir que en la carta de plasticidad ambos serán la misma recta, y el resultado del Límite plástico será (LP = NP), por lo tanto, el índice de plasticidad tendrá un valor de (IP = NP).

##### *4.4.3.2.1. Equipos:*



Figura 33 Balanza de 0.01gr  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 34 Horno de 100 °C  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 35 Vidrio esmerilado  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 36 Vasija de evaporación, taras espátula  
Fuente: Elaboración Propia

#### *4.4.3.2.2. Procedimiento.*

- 1) Se trabaja con el material preparado para el Límite Líquido (25 golpes), se toma aproximadamente 20gr.
- 2) Se amasa el suelo y se deja que pierda humedad hasta una consistencia a la cual pueda enrollarse sin que se pegue a las manos esparciéndolo y mezclándolo continuamente sobre la placa de vidrio.
- 3) El rollito debe ser adelgazado en cada movimiento hasta que su diámetro sea de 3.2mm (1/8”).  
La prueba continúa hasta que el rollito empieza a rajarse y tiende a desmoronarse.
- 4) Una vez que se ha producido el Límite Plástico se debe colocar el rollito en un recipiente de peso conocido y se pasa para determinar el contenido de humedad.
- 5) Seguidamente se vuelve a repetir la operación tomando otra porción de suelo.  
El Límite Plástico es el promedio de ambas determinaciones.

#### **4.4.4. Densidad de Campo In Situ (NTP 339.143, ASTM D 1556)**

##### **4.4.4.1. Instrumentos:**

Principalmente se necesita:

- Base Metálica.
- Cono de arena.
- Balanza.
- Arena calibrada.

Como herramientas complementarias son necesarios un cincel, brocha o escobilla, cucharón, martillo, recipientes.

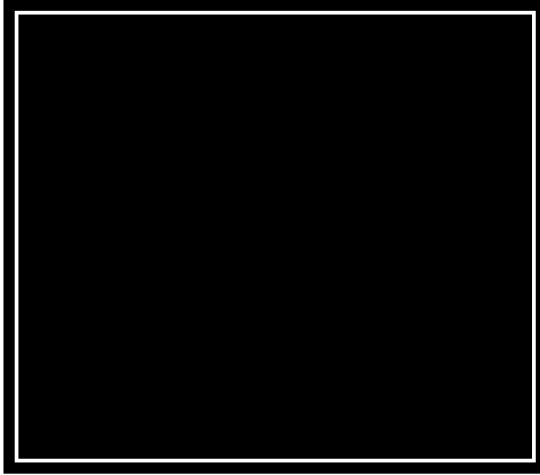


Figura 37 Balanza de 0.01gr  
Fuente: Elaboración Propia

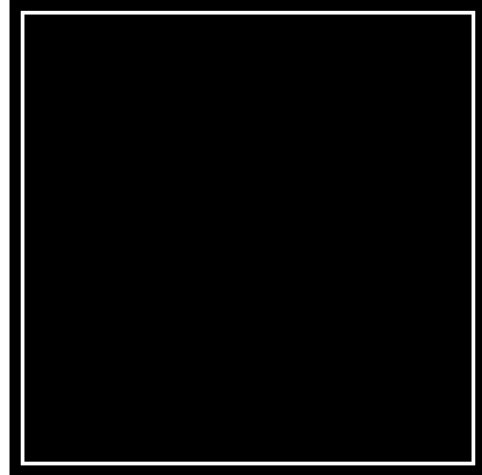


Figura 38 Cono de arena  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 39 Placa Base metálica  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 40 Arena Calibrada según NTP  
Fuente: Elaboración Propia

#### **4.4.4.2. Procedimiento:**

- 1) hallar la densidad en cada libra de la arena calibrada.
- 2) nivelar la superficie donde se hará el ensayo para ubicar la base metálica.
- 3) hacer un hoyo de volumen mínimo 1420cm<sup>3</sup>.
- 4) sacar la muestra de suelo y pesarlo.
- 5) colocar el cono con el recipiente de la arena calibrada sobre la base metálica.
- 6) pesar la arena sobrante del recipiente y del cono con la base metálica para hallar el peso de la arena contenida en el hoyo.
- 7) Calcular el volumen de la arena contenida en el hoyo.
- 8) pesar la cantidad grava que se encuentra en la muestra total de suelo.
- 9) hallar el peso de las arenas y finos contenidos en el suelo.
- 10) calcular la densidad de campo.

#### 4.4.5. Ensayo de Corte Directo (NTP 339.171, ASTM D3080)

##### 4.4.5.1. Instrumentos:

- Equipo de corte directo
- Caja de corte, con sus pernos de alineamiento
- Piedras porosas.
- Balanza.
- Pesas de distinta masa.



Figura 41 Balanza de 0.01 gr  
Fuente: Elaboración Propia

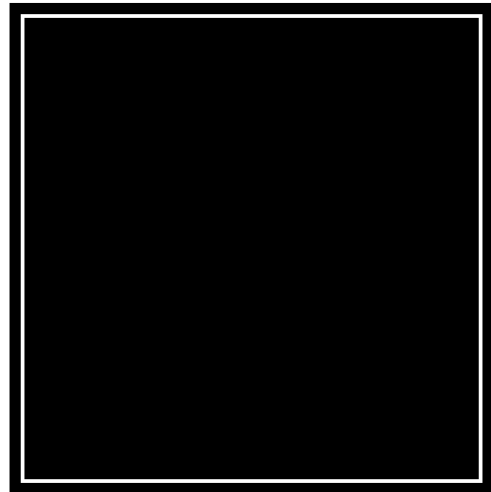


Figura 42 Caja de Corte e implementos  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 43 Piedras Porosas  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 44 Pesas de distinta masa  
Fuente: Elaboración Propia

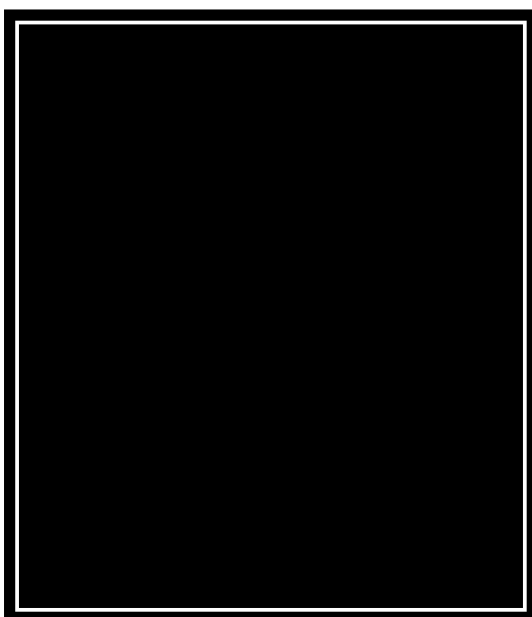


Figura 45 Equipo de Corte Directo  
Fuente: Elaboración Propia

**4.4.5.2. Procedimiento:**

- 1) Tener una muestra de suelo en lo posible inalterada.
- 2) Preparar la muestra para llevarlo a la caja de corte. En caso la muestra no sea posible tenerla inalterada, se deberá reproducir la muestra alterada a su estado natural, conociendo y asignado su Humedad natural y Densidad de Campo.
- 3) Tener 3 especímenes listos para ensayarlos, estos serán sometidos a diferentes esfuerzos normales. Cargar la muestra dentro de la caja corte; la muestra deberá estar entre dos piedras porosas.
- 4) Teniendo la caja de corte lista y cargada con la muestra, se coloca dentro del equipo de corte directo, asignándole el esfuerzo Normal y permitiendo se consolide. Este proceso de consolidación tomara un tiempo en función del tipo de suelo a ensayar.

**Tabla 18**

*Tiempo de consolidación de espécimen*

<b>Clasificación NTP 339.134</b>	<b>Tiempo mínimo de permanencia, h(horas)</b>
SW, SP	No se Requiere
M	3
SC, ML, CL	18
MH, CH	36

Fuente; Norma NTP 339.171

- 5) Teniendo la muestra cargada, ajustar el dispositivo y conectar el sistema de carga para la fuerza de corte, teniendo cuidado de que no se impongan fuerzas ajenas en el dispositivo de medición de carga.
- 6) Colocar y ajustar los dispositivos de medición de desplazamiento horizontal y vertical. Tomar nota de la lectura inicial, presumiblemente en cero.
- 7) De ser necesario llenar la caja de corte con agua, y se deberá mantener así durante todo el ensayo.
- 8) Teniendo todo lo anterior listo, es decir, los dispositivos de medición debidamente colocados, el dispositivo de aplicación de carga para esfuerzo de corte, y seleccionada la velocidad de desplazamiento a aplicar. Se procede a quitar los tornillos de alineamiento, o fijadores de la caja de corte.
- 9) Se empieza a cortar el espécimen a una velocidad relativamente baja. Tomando nota en todo momento del Desplazamiento horizontal (deformación), la carga de corte aplicada (esfuerzo de corte), y el desplazamiento vertical (consolidación). Todo esto en función del tiempo, hasta que el espécimen falle.
- 10) Se repetirá el mismo procedimiento para los tres especímenes, pero cada uno asignándole una carga normal distinta.

#### **4.4.6. Ensayo de Penetrómetro Dinámico Ligero (NTP 339.159, ASTM D 3441)**

##### **4.4.6.1. Equipos**

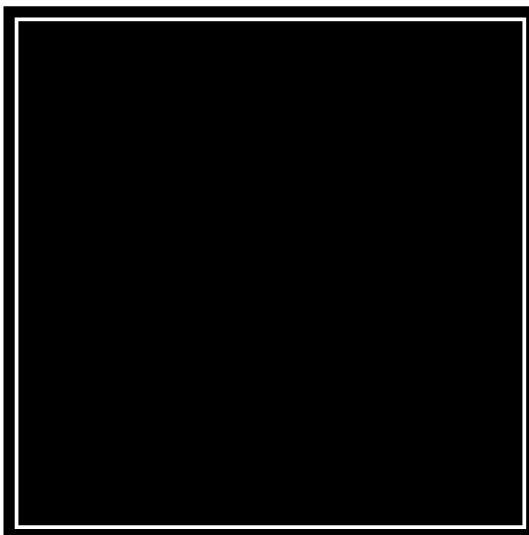


Figura 46 Nivel de mano  
Fuente: Elaboración Propia

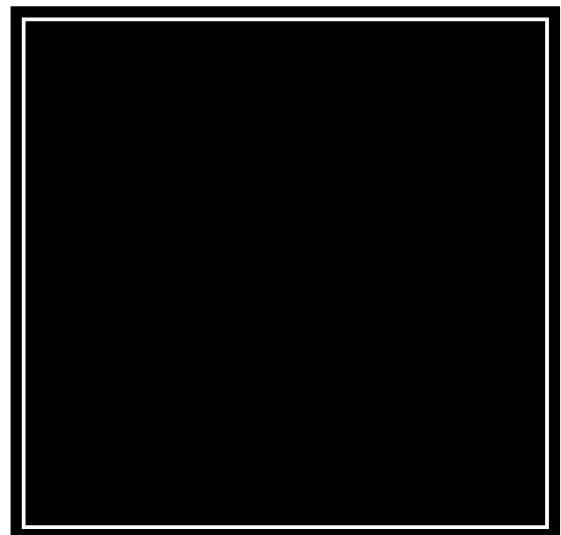


Figura 47 Cono dinámico  
Fuente: Elaboración Propia

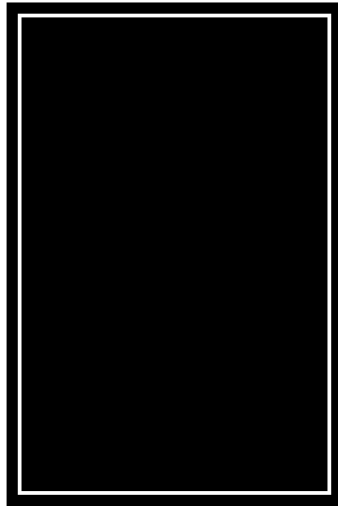


Figura 48 Varillas ensamblables  
Fuente: Elaboración Propia

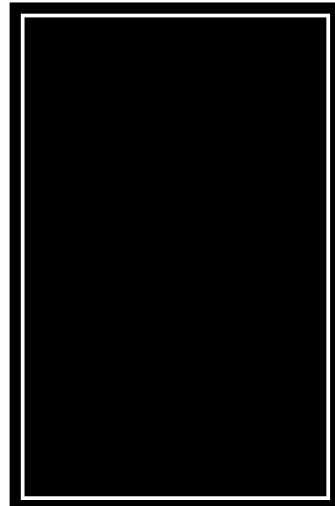


Figura 49 Barra guía y Martillo  
Fuente: Elaboración Propia

Es necesario tener a la mano cuaderno de apuntes, wincha y herramientas para armar y desarmar el equipo DPL.

#### ***4.4.6.2. Procedimiento***

- 1) Ensamblar el equipo de Penetración Dinámica Ligera y marcarlos cada 10 centímetros para su reconocimiento.
- 2) Colocamos en posición para golpeo, nos apoyamos con un nivel de mano para mantener en posición recta (90°).
- 3) Se contabiliza el número de golpes de penetración cada 10cm, lo cual servirá para cálculos posteriores. Los golpes deben ser de 15 a 30 por minuto
- 4) Ensamblar la segunda varilla para poder llegar a la profundidad requerida.(Este procedimiento se repite hasta máximo una profundidad de 8.00m).

#### ***4.4.7. Clasificación de los Suelos***

Para la clasificación de los suelos, contamos con dos sistemas debidamente normalizados siendo estos la **NTP 330.134 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) (ASTM D 2487)** y **NTP 330.135 SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.**

Para la ejecución de ambos es necesario conocer ya datos previos, partiendo de ese punto se bifurcarán para clasificar un suelo, según sea el sistema o norma a utilizar.

##### ***4.4.7.1. Datos previos***

- Resultado de la Granulometría del suelo
- Resultados de Límite Líquido, Límite plástico e Índice de plasticidad en caso el suelo presente

- Coeficientes de Curvatura y Coeficiente de Uniformidad (condicionado al SUCS)

**4.4.7.2. Procedimiento**

**4.4.7.3. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) (NTP 339.134, ASTM D 2487).**

Conociendo:

**Tabla 19**

*Nomenclatura y Prefijos*

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>PREFIJO</b>	<b>SUBGRUPO</b>	<b>SUFIJO</b>
<i>Grava (Grave)</i>	<b>G</b>	<i>Bien Graduado (Well)</i>	<b>W</b>
<i>Arena (Sand)</i>	<b>S</b>	<i>Pobremente Graduado (Poor)</i>	<b>P</b>
<i>Limo (Slime)</i>	<b>M</b>	<i>Limoso (Slime)</i>	<b>M</b>
<i>Arcilla (Clay)</i>	<b>C</b>	<i>Arcilloso (Clay)</i>	<b>C</b>
<i>Orgánico (Organic)</i>	<b>O</b>	<i>Baja Plasticidad (Low)</i>	<b>L</b>
		<i>Alta Plasticidad (High)</i>	<b>H</b>

Fuente: Norma NTP 339.134

Y Teniendo en Cuenta:



Figura 50 Carta de Plasticidad  
Fuente: Norma NTP 339.134

- 1) Con los datos de granulometría, identificar los Coeficientes Curvatura, Coeficientes de uniformidad, adicionalmente si el suelo presenta plasticidad considerar sus datos Límite Líquido y Plástico, IP.
- 2) Lo siguiente será ubicar nuestro suelo, en base a las tablas presentes en la norma NTP 339.134.

**4.4.7.4. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte (NTP 330.135)**

Conociendo:

- 1) Direccionallo al grupo al que pertenecen en base a la siguiente fórmula empírica que facilita la norma:

$$\text{Indice de grupo} = (F - 35)(0.2 + 0.005(LL - 40)) + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$

- 2) Teniendo los datos previos de granulometría, identificar los porcentajes que pasan las mallas N° 10, N° 40 y N° 200, para clasificarlos.
- 3) Llevar los datos conocidos a las tablas dadas en la norma, y clasificar nuestro suelo.

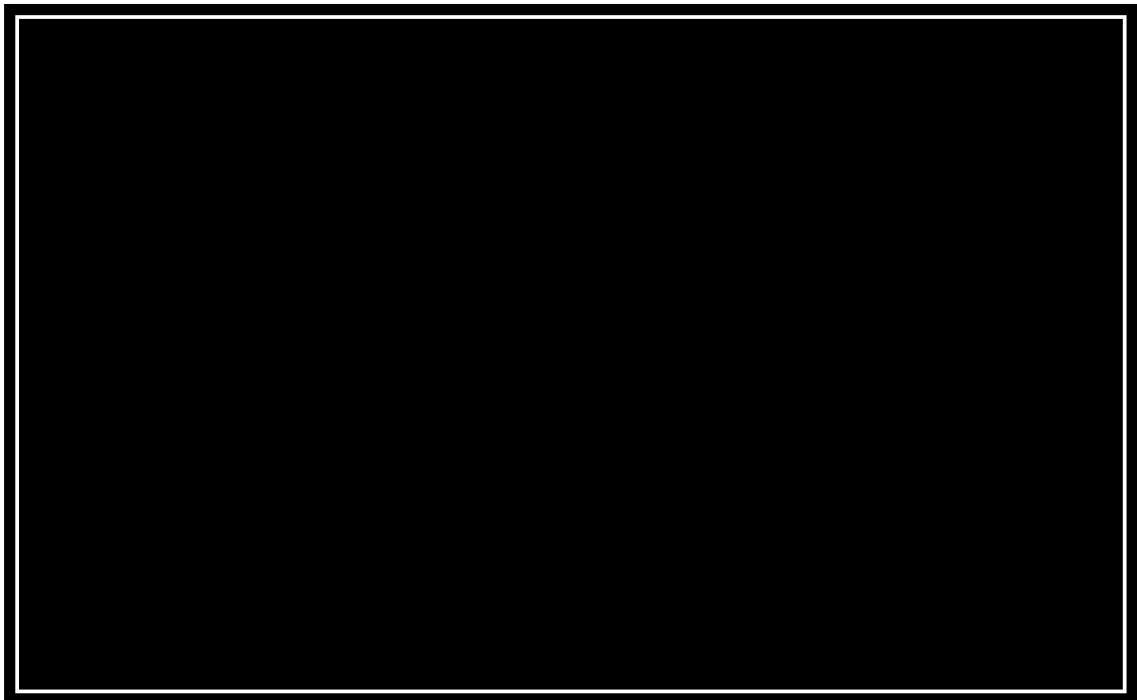


Figura 51 Gráfica para clasificación ASSHTO  
Fuente: Norma NTP 339.135



Figura 52 Carta de Plasticidad  
Fuente: Norma NTP 339.135

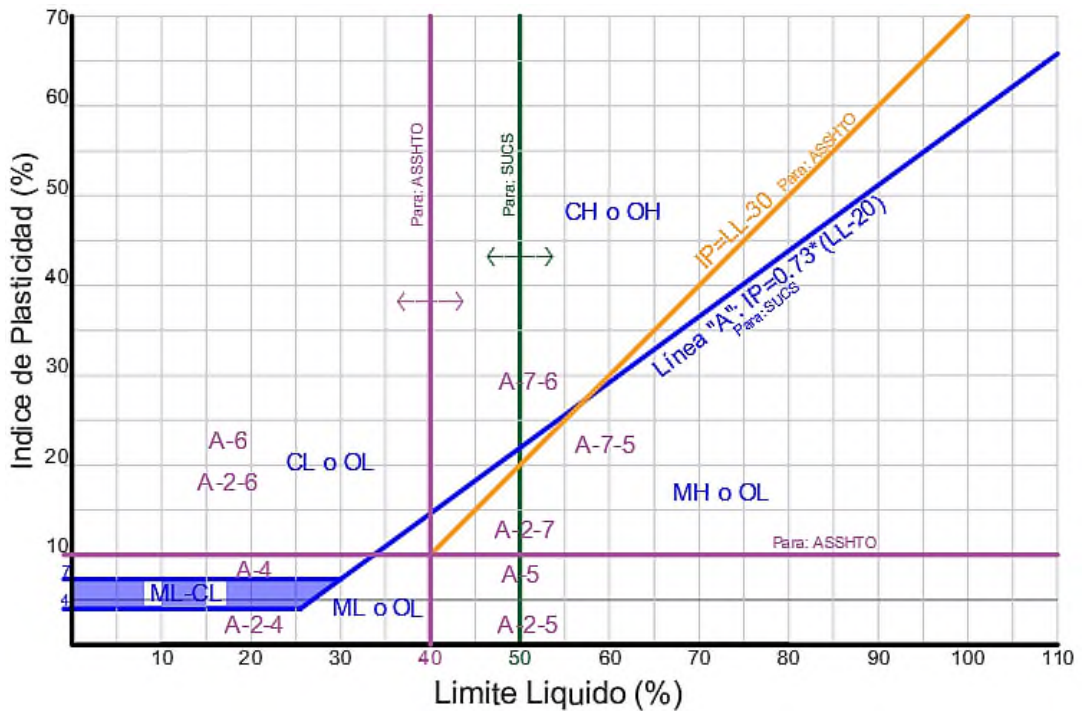


Figura 53 Carta de Plasticidad Compuesta SUCS – ASSHTO  
Fuente: Elaboración Propia

#### **4.5. ESTRATIGRAFIA DE LOS SUELOS (Norma E0.50)**

En el perfil estratigráfico se incluyen gráficos y resultados para las distintas calicatas estudiadas, el criterio para su debida representación se toma de acuerdo a lo señalado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, la norma E0.50 Suelos y Cimentaciones. Este punto lo hemos tocado en el numeral 1.2.1.1.12, apartado "Perfil Estratigráfico por Punto explorado" de la presente Tesis. La representación gráfica de los perfiles estratigráficos tomara en cuenta la Clasificación de Suelos, estos se señalan en las Tablas 6 y 7.

#### **4.6. USO DEL SOFTWARE CIVIL 3D**

Se usó el Software Civil 3D, precisamente la versión 2018 con fines de Zonificación, ayudándonos del plano Catastral del Distrito de la Tinguña.

- Se ubicaron los Puntos donde se hizo los trabajos de exploración, es decir la ejecución de las calicatas, así mismo se señaló la estratigrafía que se obtuvo en cada uno. El mencionado Plano está en los Anexos.
- Se elaboró un plano en el cual se distinguen los diferentes tipos de suelos a un nivel de Cota de fundación (Df), que para nuestra investigación se consideró 0.80m. El mencionado Plano está en los Anexos.

## CAPITULO V

### 5. PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

#### 5.1. PRESENTACION E INTERPRETACION DE RESULTADOS

##### 5.1.1. Ubicación de Calicatas

**Tabla 20**

*Cuadro de Coordenadas de las Calicatas Exploradas*

CALICATAS (WGS84)			Nivel Freático	N° Estratos	Profundidad (m)
PUNTO	Este(X)	Norte(Y)			
Zona 12 – AA.HH. Los Rosales					
C-1	X=425717.5980	Y=8448554.9917	N.D	3	3
C-2	X=425802.9780	Y=8448623.7431	N.D	3	3
C-3	X=425878.9870	Y=8448578.4377	N.D	3	3
C-4	X=425944.9648	Y=8448539.6855	N.D	3	3
C-5	X=425944.9648	Y=8448539.6855	N.D	3	3
Zona 11 – HH.UU. San Ignacio					
P-1	X=425200.8533	Y=8449210.2679	N.D	5	3
P-2	X=425276.9232	Y=8449185.2649	N.D	3	3
P-3	X=425342.0423	Y=8449220.8776	N.D	3	3
P-4	X=425427.2030	Y=8449192.3382	N.D	3	3

Fuente: Elaboración propia

##### 5.1.2. Resultados del Límite Líquido y Límite Plástico

###### 5.1.2.1. Resultados en AA. HH. Los Rosales – Zona 12

**Tabla 21**

*Resultados C1*

C1-E1	Límite Plástico		Límite Líquido			
	MK	MK9	SS	SSJ	GX	FC4
Tara	91.9	87.3	86.9	88	94.4	84.7
Peso Tara			17	24	27	28
Peso T + SH	93.7	89	106.9	113.7	117.5	125.7
Peso T + SS	93.4	88.7	102.8	108.8	113.3	118.5
Peso Agua	0.3	0.3	4.1	4.9	4.2	7.2
Peso SS	1.5	1.4	15.9	20.8	18.9	33.8
%Humedad	20	21.43	25.79	23.56	22.22	21.3
<b>Promedio</b>	<b>20.715</b>		<b>23.04</b>		<b>IP</b>	<b>2.325</b>

Fuente: Elaboración propia

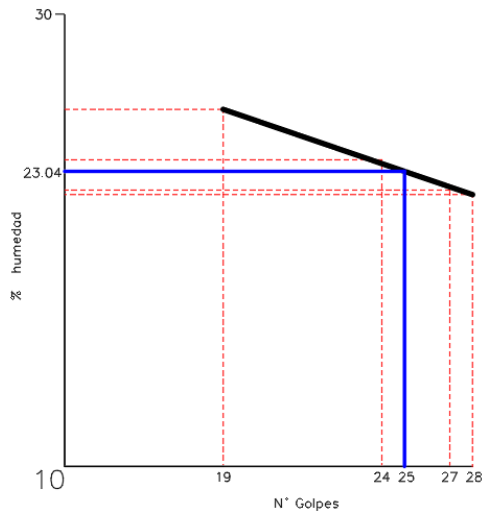


Figura 54 N° Golpes - % humedad en C1-E1  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22**  
*Resultados C2*

C2-E1	Límite Plástico		Límite Líquido			
	ESP	CAT	VAL	MCH	GOK	GOT
Tara	55.5	54.7	87.2	84.9	94.5	88
Peso Tara			20	23	27	30
Golpes						
Peso T + SH	57.3	56.6	129.5	129.1	137.8	130.3
Peso T + SS	57	56.3	121.1	120.8	130.1	123.2
Peso Agua	0.3	0.3	8.4	8.3	7.7	7.1
Peso SS	1.5	1.6	33.9	35.9	35.6	35.2
% Humedad	20	18.75	24.78	23.12	21.63	20.17
<b>Promedio</b>	<b>19.375</b>		<b>22.47</b>		<b>IP</b>	<b>3.095</b>

Fuente: Elaboración Propia

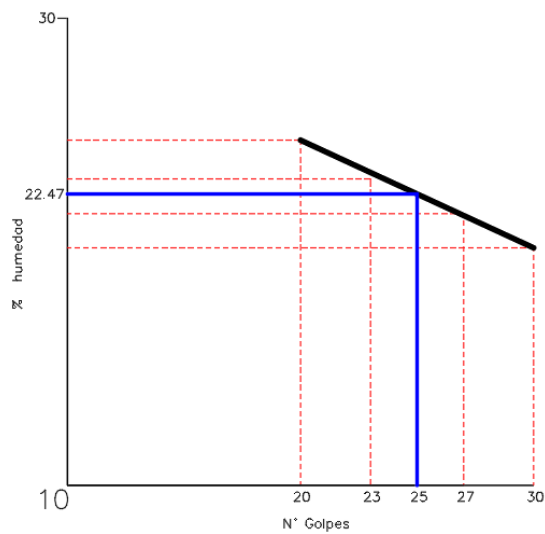


Figura 55 N° Golpes - % humedad en C2-E1  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 23**  
Resultados C3

C3-E1	Límite Plástico		Límite Líquido			
	MK	MK9	SS	SSJ	GX	FC4
Tara						
Peso Tara	91.9	87.3	86.9	88	94.4	84.7
Golpes			18	22	26	30
Peso T + SH	93.9	89.4	132.5	135.1	139.7	131.4
Peso T + SS	93.6	89.1	124.3	127.2	132.5	124.5
Peso Agua	0.3	0.3	8.2	7.9	7.2	6.9
Peso SS	1.7	1.8	37.4	39.2	38.1	39.8
% Humedad	17.65	16.67	21.93	20.15	18.9	17.34
<b>Promedio</b>	<b>17.16</b>		<b>19.25</b>		<b>IP</b>	<b>2.09</b>

Fuente: Elaboración Propia

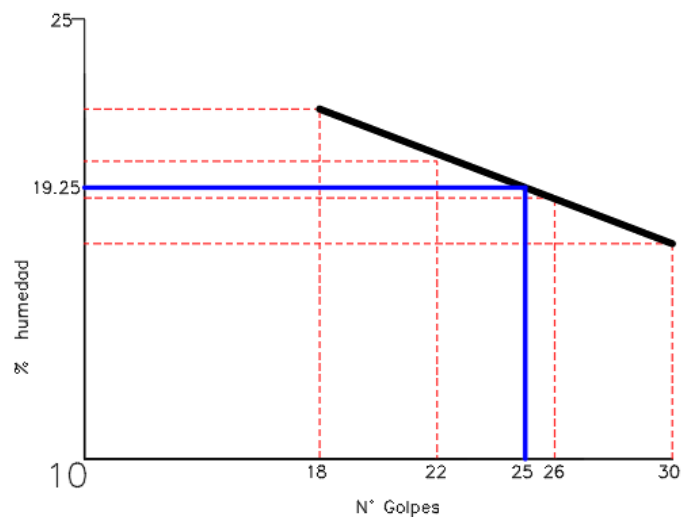


Figura 56 N° Golpes - % humedad en C3-E1  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 24**  
Resultados C4

C4-E1	Límite Plástico		Límite Líquido			
	ESP	CAT	VAL	MCH	GOK	GOT
Tara						
Peso Tara	55.5	54.7	87.2	84.9	94.5	88
Golpes			14	20	27	29
Peso T + SH	57.4	56.8	127.6	124.7	135.6	128.2
Peso T + SS	57.1	56.5	119.3	117.2	128.6	121.8
Peso Agua	0.3	0.3	8.3	7.5	7	6.4
Peso SS	1.6	1.8	32.1	32.3	34.1	33.8
% Humedad	18.75	16.67	25.86	23.22	20.53	18.93
<b>Promedio</b>	<b>17.71</b>		<b>20.78</b>		<b>IP</b>	<b>3.07</b>

Fuente: Elaboración Propia

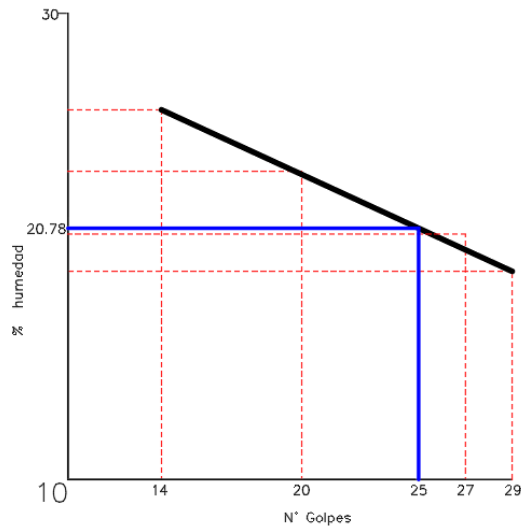


Figura 57 N° Golpes - % humedad en C4-E1  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 25**  
*Resultados C5*

C5-E1	Límite Plástico		Límite Líquido			
	MK	MK9	SS	SSJ	GX	FC4
Tara	91.9	87.3	86.9	88	94.4	84.7
Peso Tara	91.9	87.3	86.9	88	94.4	84.7
Golpes			15	22	27	30
Peso T + SH	93.7	89	131.1	133.8	137.4	128.3
Peso T + SS	93.4	88.7	122.4	125.1	129.4	120.4
Peso Agua	0.3	0.3	8.7	8.7	8	7.9
Peso SS	1.5	1.4	35.5	37.1	35	35.7
%Humedad	20	21.43	24.51	23.45	22.86	22.13
<b>Promedio</b>	<b>20.715</b>		<b>22.92</b>		<b>IP</b>	<b>2.205</b>

Fuente: Elaboración Propia

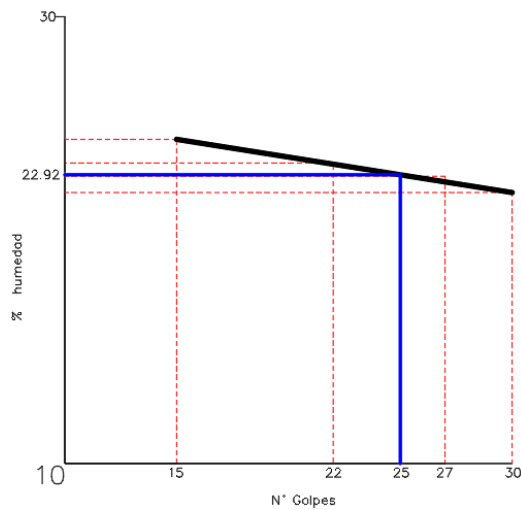


Figura 58 N° Golpes - % humedad en C5-E1  
Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.2. Resultados en HH.UU. San Ignacio – Zona 11

**Tabla 26**  
Resultados P1

P1-E1	Límite Plástico		Límite Líquido			
	ESP	TR	KR	PH	GG	VAL
Tara	55.5	54.7	86.2	94.2	84.4	87.2
Peso Tara	55.5	54.7	86.2	94.2	84.4	87.2
Golpes			15	21	28	30
Peso T + SH	56.3	56.4	154.5	155.4	145.3	145.1
Peso T + SS	56.2	56.2	144.1	146.5	136.7	137
Peso Agua	0.1	0.2	10.4	8.9	8.6	8.1
Peso SS	0.7	1.5	57.9	52.3	52.3	49.8
% Humedad	14.29	13.33	17.96	17.02	16.44	16.27
<b>Promedio</b>	<b>13.81</b>		<b>16.79</b>		<b>IP</b>	<b>2.98</b>

Fuente: Elaboración Propia

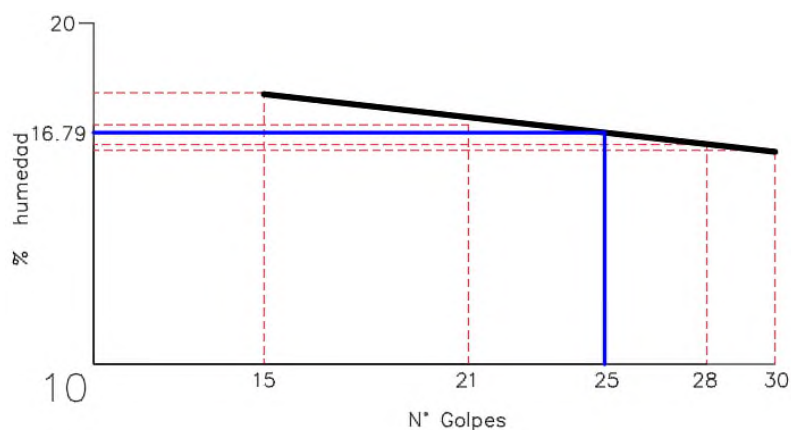


Figura 59 N° Golpes - % humedad en P1-E1  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 27**  
Resultados P2

P2-E1	Límite Plástico		Límite Líquido			
	DL	TR	GG	VAL	Z-1	AG
Tara	39.5	54.7	84.4	87.2	30.6	105.6
Peso Tara	39.5	54.7	84.4	87.2	30.6	105.6
Golpes			17	23	27	32
Peso T + SH	40.4	56.6	130	128	72.3	149
Peso T + SS	40.3	56.4	123.2	122.6	67.2	144.3
Peso Agua	0.1	0.2	6.8	5.4	5.1	4.7
Peso SS	0.8	1.7	38.8	35.4	36.6	38.7
% Humedad	12.5	11.76	17.53	15.25	13.93	12.14
<b>Promedio</b>	<b>12.13</b>		<b>14.65</b>		<b>IP</b>	<b>2.52</b>

Fuente: Elaboración Propia

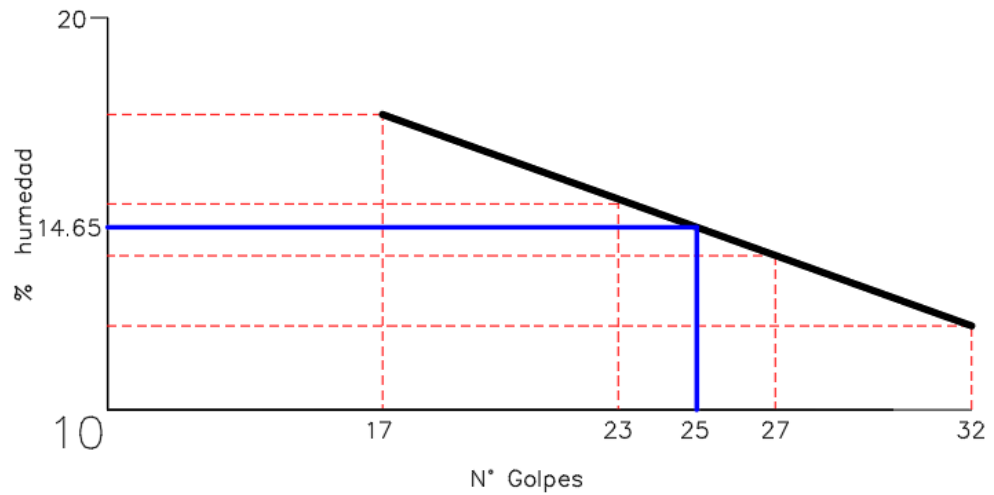


Figura 60 N° Golpes - % humedad en P2 – E1  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28**  
*Resultados P3*

P3-E1	Límite Plástico		Límite Líquido			
	DL	Z-1	KR	PH	GG	VAL
Tara	39.5	30.6	86.2	94.2	84.4	87.2
Peso Tara						
Golpes			16	22	28	35
Peso T + SH	41.2	32.2	132	137.4	130	133.4
Peso T + SS	41	32	125.3	131.3	124	127.7
Peso Agua	0.2	0.2	6.7	6.1	6	5.7
Peso SS	1.5	1.4	39.1	37.1	39.6	40.5
%Humedad	13.33	14.29	17.14	16.44	15.15	14.07
<b>Promedio</b>	<b>13.81</b>		<b>15.68</b>		<b>IP</b>	<b>1.87</b>

Fuente: Elaboración Propia

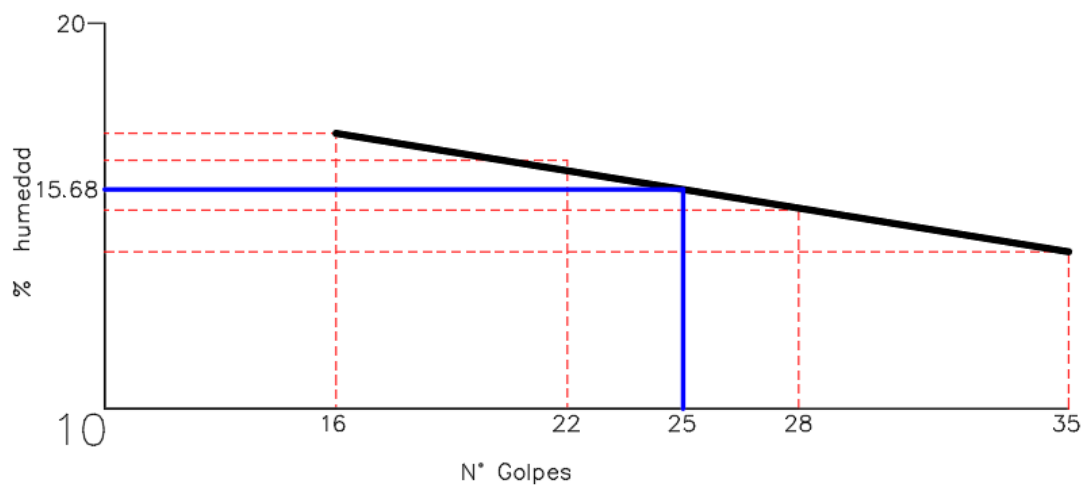


Figura 61 N° Golpes - % humedad en P3-E3  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29**  
*Resultados P4*

P4-E1	Límite Plástico		Límite Líquido			
	ESP	TR	GG	VAL	KR	SS
Tara	55.5	54.7	84.4	87.2	86.2	86.9
Peso Tara	55.5	54.7	84.4	87.2	86.2	86.9
Golpes			19	22	26	29
Peso T + SH	57.2	56.4	134.7	139.7	136	138.1
Peso T + SS	57	56.2	127.5	132.4	129.4	131.5
Peso Agua	0.2	0.2	7.2	7.3	6.6	6.6
Peso SS	1.5	1.5	43.1	45.2	43.2	44.6
%Humedad	13.33	13.33	16.71	16.15	15.28	14.8
<b>Promedio</b>	<b>13.33</b>		<b>15.56</b>		<b>IP</b>	<b>2.23</b>

Fuente: Elaboración Propia

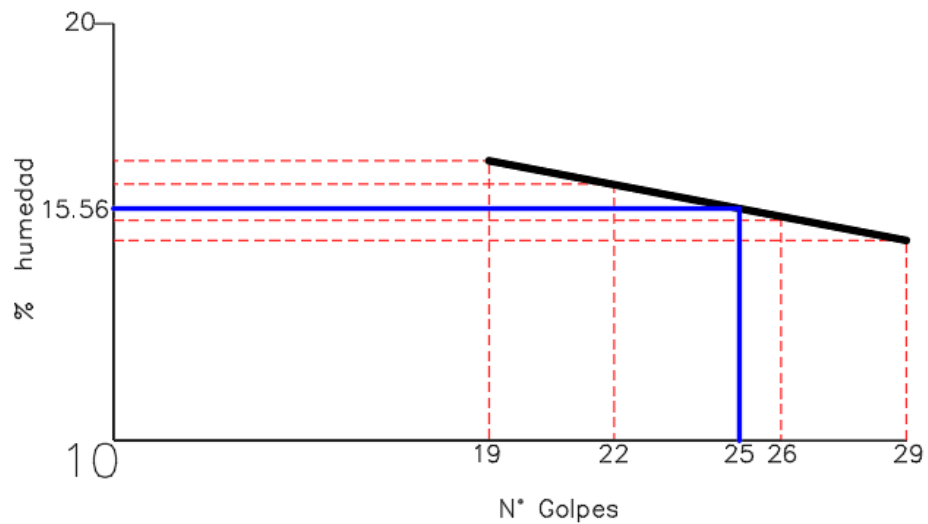


Figura 62 N° Golpes - % humedad en P4-E4  
Fuente: Elaboración propia

### 5.1.3. Resultados del Contenido de Humedad

#### 5.1.3.1. Resultado AA. HH Los Rosales – Zona 12

##### 5.1.3.1.1. Calicata C1.

**Tabla 30** Cuadro Datos Contenido Humedad C1-E1

C1 - E1	Contenido de Humedad	
1	Tara n°	1
2	Peso de tara (gr)	87
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	555
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	548
5	Peso de agua Contenida (gr)	7
6	Peso de Suelo Seco (gr)	461
7	Contenido de humedad %	1.518

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 31 Cuadro Datos Contenido Humedad C1-E2**

<b>C1 - E2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	2
2	Peso de tara (gr)	89
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	631
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	627
5	Peso de agua Contenida (gr)	4
6	Peso de Suelo Seco (gr)	538
7	Contenido de humedad %	0.743

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 32 Cuadro Datos Contenido Humedad C1-E3**

<b>C1 - E3</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	P04
2	Peso de tara (gr)	94
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	648
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	644
5	Peso de agua Contenida (gr)	4
6	Peso de Suelo Seco (gr)	550
7	Contenido de humedad %	0.727

Fuente: Elaboración Propia

*5.1.3.1.2. Calicata C2.***Tabla 33 Cuadro Datos Contenido Humedad C2-E1**

<b>C2 - E1</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	A5
2	Peso de tara (gr)	94
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	545
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	538
5	Peso de agua Contenida (gr)	7
6	Peso de Suelo Seco (gr)	444
7	Contenido de humedad %	1.577

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 34 Cuadro Datos Contenido Humedad C2-E2**

<b>C2 - E2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	Z4
2	Peso de tara (gr)	94
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	591
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	588
5	Peso de agua Contenida (gr)	3
6	Peso de Suelo Seco (gr)	494
7	Contenido de humedad %	0.607

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 35 Cuadro Datos Contenido Humedad C2-E3**

<b>C2 - E3</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	A2
2	Peso de tara (gr)	87
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	634
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	630
5	Peso de agua Contenida (gr)	4
6	Peso de Suelo Seco (gr)	543
7	Contenido de humedad %	0.737

Fuente: Elaboración Propia

*5.1.3.1.3. Calicata C3.***Tabla 36 Cuadro Datos Contenido Humedad C3-E1**

<b>C3 - E1</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	MM
2	Peso de tara (gr)	88.8
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	543.5
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	536.4
5	Peso de agua Contenida (gr)	7.1
6	Peso de Suelo Seco (gr)	447.6
7	Contenido de humedad %	1.586

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 37 Cuadro Datos Contenido Humedad C3-E2**

<b>C3 - E2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	PAIN
2	Peso de tara (gr)	94.3
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	633.3
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	629.2
5	Peso de agua Contenida (gr)	4.1
6	Peso de Suelo Seco (gr)	534.9
7	Contenido de humedad %	0.766

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 38 Cuadro Datos Contenido Humedad C3-E3**

<b>C3 - E3</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	FUK
2	Peso de tara (gr)	87.2
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	593.3
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	590.2
5	Peso de agua Contenida (gr)	3.1
6	Peso de Suelo Seco (gr)	503
7	Contenido de humedad %	0.616

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3.1.4. *Calicata C4.*

**Tabla 39** Cuadro Datos Contenido Humedad C4-E1

<b>C4 - E1</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	NR
2	Peso de tara (gr)	91.1
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	556.3
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	549.1
5	Peso de agua Contenida (gr)	7.2
6	Peso de Suelo Seco (gr)	458
7	Contenido de humedad %	1.572

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 40** Cuadro Datos Contenido Humedad C4-E2

<b>C4 - E2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	FIC
2	Peso de tara (gr)	88.8
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	621.4
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	617.1
5	Peso de agua Contenida (gr)	4.3
6	Peso de Suelo Seco (gr)	528.3
7	Contenido de humedad %	0.814

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 41** Cuadro Datos Contenido Humedad C4-E3

<b>C4 - E3</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	LOL
2	Peso de tara (gr)	89.2
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	594.2
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	590.4
5	Peso de agua Contenida (gr)	3.8
6	Peso de Suelo Seco (gr)	501.2
7	Contenido de humedad %	0.758

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3.1.5. *Calicata C5.*

**Tabla 42** Cuadro Datos Contenido Humedad C5-E1

<b>C5 - E1</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	UZU
2	Peso de tara (gr)	90.3
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	549.8
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	542.1
5	Peso de agua Contenida (gr)	7.7
6	Peso de Suelo Seco (gr)	451.8
7	Contenido de humedad %	1.704

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 43 Cuadro Datos Contenido Humedad C5-E2**

<b>C5 - E2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	FC V
2	Peso de tara (gr)	89
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	747
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	735
5	Peso de agua Contenida (gr)	12
6	Peso de Suelo Seco (gr)	646
7	Contenido de humedad %	1.858

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 44 Cuadro Datos Contenido Humedad C5-E3**

<b>C5 - E3</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	Z3
2	Peso de tara (gr)	87
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	819
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	807
5	Peso de agua Contenida (gr)	12
6	Peso de Suelo Seco (gr)	720
7	Contenido de humedad %	1.667

Fuente: Elaboración Propia

**5.1.3.2. Resultados HH.UU. San Ignacio – Zona 11****5.1.3.2.1. Calicata P1****Tabla 45 Cuadro Datos Contenido Humedad P1-E1**

<b>P1 - E1</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	AA
2	Peso de tara (gr)	86.1
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	519.4
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	512.9
5	Peso de agua Contenida (gr)	6.5
6	Peso de Suelo Seco (gr)	426.8
7	Contenido de humedad %	1.523

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 46 Cuadro Datos Contenido Humedad P1-E2**

<b>P1 - E2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	CR7
2	Peso de tara (gr)	92.6
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	628.3
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	623.8
5	Peso de agua Contenida (gr)	4.5
6	Peso de Suelo Seco (gr)	531.2
7	Contenido de humedad %	0.847

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 47 Cuadro Datos Contenido Humedad P1-E3**

<b>P1 - E3</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	MOD
2	Peso de tara (gr)	97.2
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	618.1
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	615.1
5	Peso de agua Contenida (gr)	3
6	Peso de Suelo Seco (gr)	517.9
7	Contenido de humedad %	0.579

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 48 Cuadro Datos Contenido Humedad P1-E4**

<b>P1 - E4</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	CC
2	Peso de tara (gr)	98.3
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	599
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	593
5	Peso de agua Contenida (gr)	6
6	Peso de Suelo Seco (gr)	494.7
7	Contenido de humedad %	1.213

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 49 Cuadro Datos Contenido Humedad P1-E5**

<b>P1 - E5</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	SH
2	Peso de tara (gr)	90.9
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	615.1
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	608.4
5	Peso de agua Contenida (gr)	6.7
6	Peso de Suelo Seco (gr)	517.5
7	Contenido de humedad %	1.295

Fuente: Elaboración Propia

*5.1.3.2.2. Calicata P2.***Tabla 50 Cuadro Datos Contenido Humedad P2-E1**

<b>P2 - E1</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	FC
2	Peso de tara (gr)	88.7
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	575.3
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	567.9
5	Peso de agua Contenida (gr)	7.4
6	Peso de Suelo Seco (gr)	479.2
7	Contenido de humedad %	1.544

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 51 Cuadro Datos Contenido Humedad P2-E2**

<b>P2 - E2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	MES
2	Peso de tara (gr)	88.8
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	722
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	718
5	Peso de agua Contenida (gr)	4
6	Peso de Suelo Seco (gr)	629.2
7	Contenido de humedad %	0.636

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 52 Cuadro Datos Contenido Humedad P2-E3**

<b>P2 - E3</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	RAC
2	Peso de tara (gr)	87.3
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	658.5
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	655.3
5	Peso de agua Contenida (gr)	3.2
6	Peso de Suelo Seco (gr)	568
7	Contenido de humedad %	0.563

Fuente: Elaboración Propia

*5.1.3.2.3. Calicata P3***Tabla 53 Cuadro Datos Contenido Humedad P3-E1**

<b>P3 - E1</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	BARSA
2	Peso de tara (gr)	91.7
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	522.1
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	515.2
5	Peso de agua Contenida (gr)	6.9
6	Peso de Suelo Seco (gr)	423.5
7	Contenido de humedad %	1.629

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 54 Cuadro Datos Contenido Humedad P3-E2**

<b>P3 - E2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	FIG
2	Peso de tara (gr)	89.1
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	657.7
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	654.5
5	Peso de agua Contenida (gr)	3.2
6	Peso de Suelo Seco (gr)	565.4
7	Contenido de humedad %	0.566

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 55 Cuadro Datos Contenido Humedad P3-E3**

<b>P3 - E3</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	PG
2	Peso de tara (gr)	87.2
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	612.5
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	609.6
5	Peso de agua Contenida (gr)	2.9
6	Peso de Suelo Seco (gr)	522.4
7	Contenido de humedad %	0.555

Fuente: Elaboración Propia

*5.1.3.2.4. Calicata P4***Tabla 56 Cuadro Datos Contenido Humedad P4-E1**

<b>P4 - E1</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	RM
2	Peso de tara (gr)	91.3
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	548.6
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	541.5
5	Peso de agua Contenida (gr)	7.1
6	Peso de Suelo Seco (gr)	450.2
7	Contenido de humedad %	1.577

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 57 Cuadro Datos Contenido Humedad P4-E2**

<b>P4 - E2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	
2	Peso de tara (gr)	88.8
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	648.7
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	645.1
5	Peso de agua Contenida (gr)	3.6
6	Peso de Suelo Seco (gr)	556.3
7	Contenido de humedad %	0.647

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 58 Cuadro Datos Contenido Humedad P4-E3**

<b>P4 - E3</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
1	Tara n°	OF
2	Peso de tara (gr)	90.1
3	Peso de tara + Peso suelo Húmedo (gr)	635.4
4	Peso tara + Peso suelo seco (gr)	631.9
5	Peso de agua Contenida (gr)	3.5
6	Peso de Suelo Seco (gr)	541.8
7	Contenido de humedad %	0.646

Fuente: Elaboración Propia

#### 5.1.4. Resultados de la Densidad de Campo

##### 5.1.4.1. Resultados HH.UU. San Ignacio – Zona 11

**Tabla 59**

*Densidad In situ P3-E1*

<b>Cono de Arena</b>	<b>P3 - E1</b>
peso inicial de la arena	4798
peso residual de la arena	686
peso del suelo extraído	2825
peso de la arena en el cono y placa	1825
peso de la arena empleada para llenar el hoyo	2287
densidad de la arena	1.42
volumen del hoyo	1610.56
peso de grava seca	320
peso de la tierra Húmeda	2505
Volumen de grava	118.52
Volumen de tierra Húmeda	1492.04
Densidad de Campo	1.68

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 60**

*Densidad In situ P4-E2*

<b>Cono de Arena</b>	<b>P4 - E2</b>
peso inicial de la arena	4820
peso residual de la arena	720
peso del suelo extraído	2750
peso de la arena en el cono y placa	1780
peso de la arena empleada para llenar el hoyo	2320
densidad de la arena	1.42
volumen del hoyo	1633.8
peso de grava seca	255
peso de la tierra Húmeda	2495
Volumen de grava	94.44
Volumen de tierra Húmeda	1539.36
Densidad de Campo	1.62

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.5. Resultados de Granulometría

#### 5.1.5.1. Resultados en AA.HH. Los Rosales – Zona 12

**Tabla 61**

*Granulometría C1-E1*

C1-E1	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	40.7	1.13	1.13	98.87
3/4"	19	56.2	1.57	2.7	97.3
3/8"	9.5	140.7	3.92	6.62	93.38
4	4.75	201.6	5.62	12.24	87.76
10	2	380.95	10.62	22.86	77.14
20	0.85	571.43	15.93	38.79	61.21
40	0.425	467.23	13.03	51.82	48.18
60	0.25	324.93	9.06	60.88	39.12
100	0.15	253.22	7.06	67.94	32.06
200	0.075	581.4	16.21	84.15	15.85
fondo		568.64	15.85	100	
		<b>3587</b>			

Fuente: Elaboración Propia

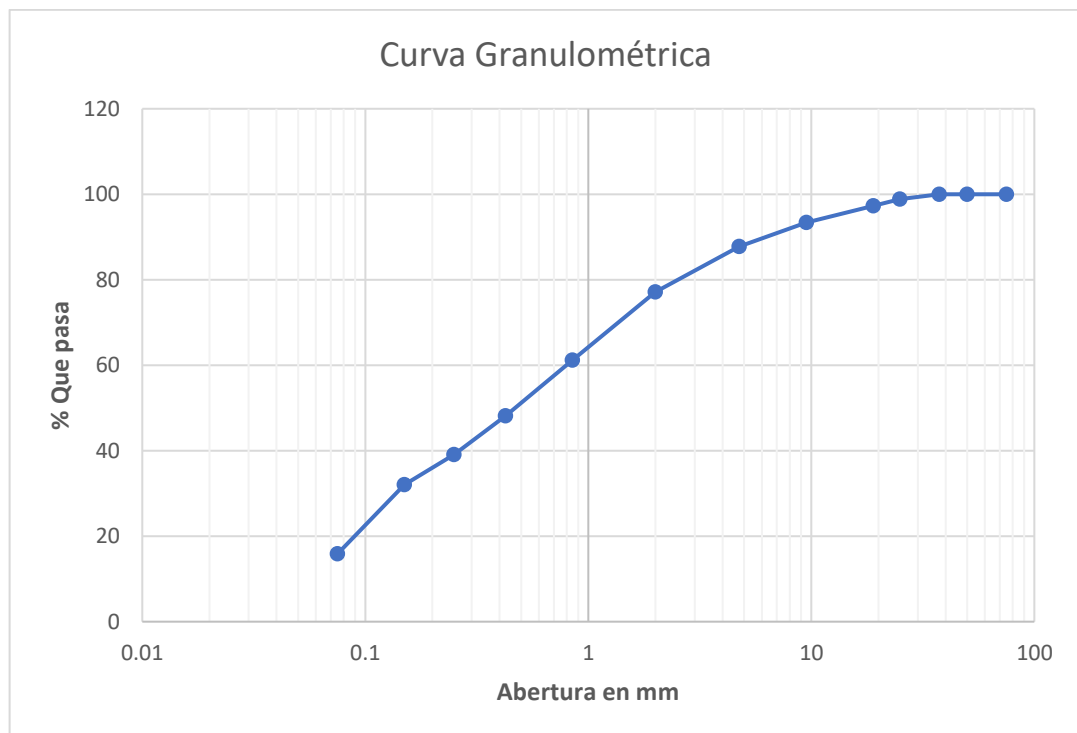


Figura 63 Curva Granulométrica C1-E1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 62***Granulometría C1-E2*

C1-E2	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	397.3	7.74	7.74	92.26
1"	25	119.5	2.33	10.07	89.93
3/4"	19	97.6	1.9	11.97	88.03
3/8"	9.5	277	5.4	17.37	82.63
4	4.75	167.3	3.26	20.63	79.37
10	2	496	9.67	30.3	69.7
20	0.85	804.83	15.69	45.99	54.01
40	0.425	1107.39	21.59	67.58	32.42
60	0.25	619.81	12.08	79.66	20.34
100	0.15	333.03	6.49	86.15	13.85
200	0.075	351.72	6.86	93.01	6.99
fondo		358.52	6.99	100	
		<b>5130</b>			

Fuente: Elaboración Propia

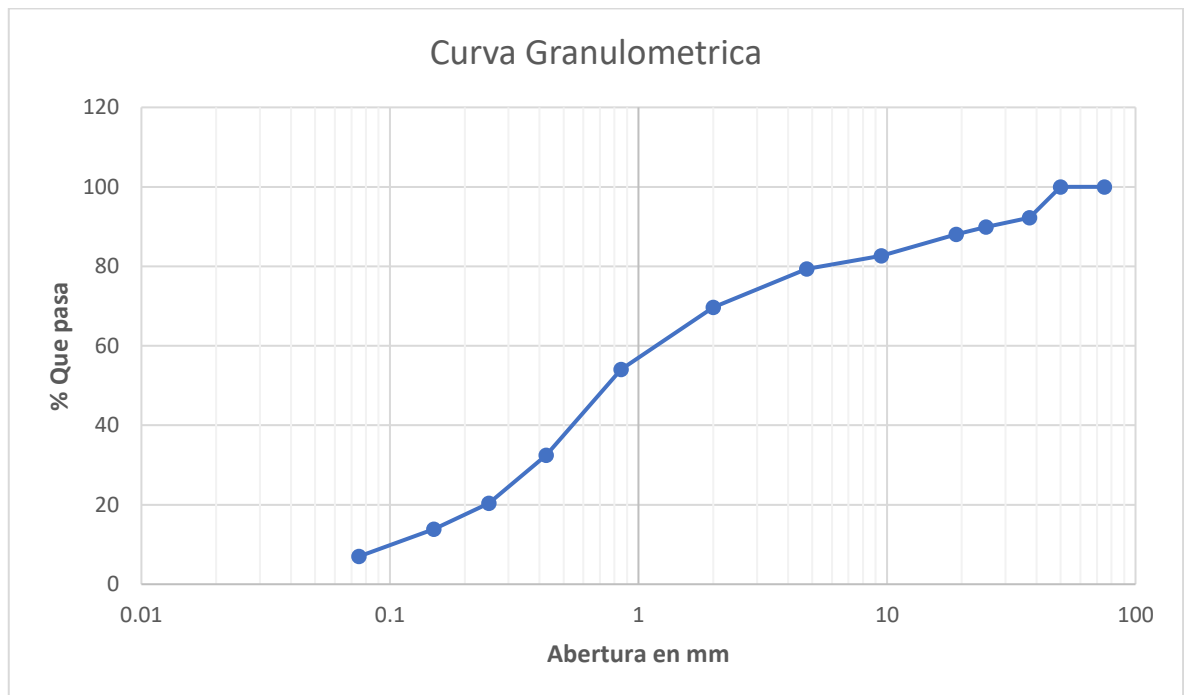


Figura 64 Curva Granulométrica C1-E2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 63***Granulometría C1-E3*

C1-E3	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	144	3.38	3.38	96.62
3/4"	19	246	5.77	9.15	90.85
3/8"	9.5	200	4.69	13.84	86.16
4	4.75	170	3.99	17.83	82.17
10	2	309	7.25	25.08	74.92
20	0.85	584	13.7	38.78	61.22
40	0.425	299	7.01	45.79	54.21
60	0.25	505	11.84	57.63	42.37
100	0.15	528	12.38	70.01	29.99
200	0.075	630	14.77	84.78	15.22
fondo		649	15.22	100	
		<b>4264</b>			

Fuente: Elaboración Propia

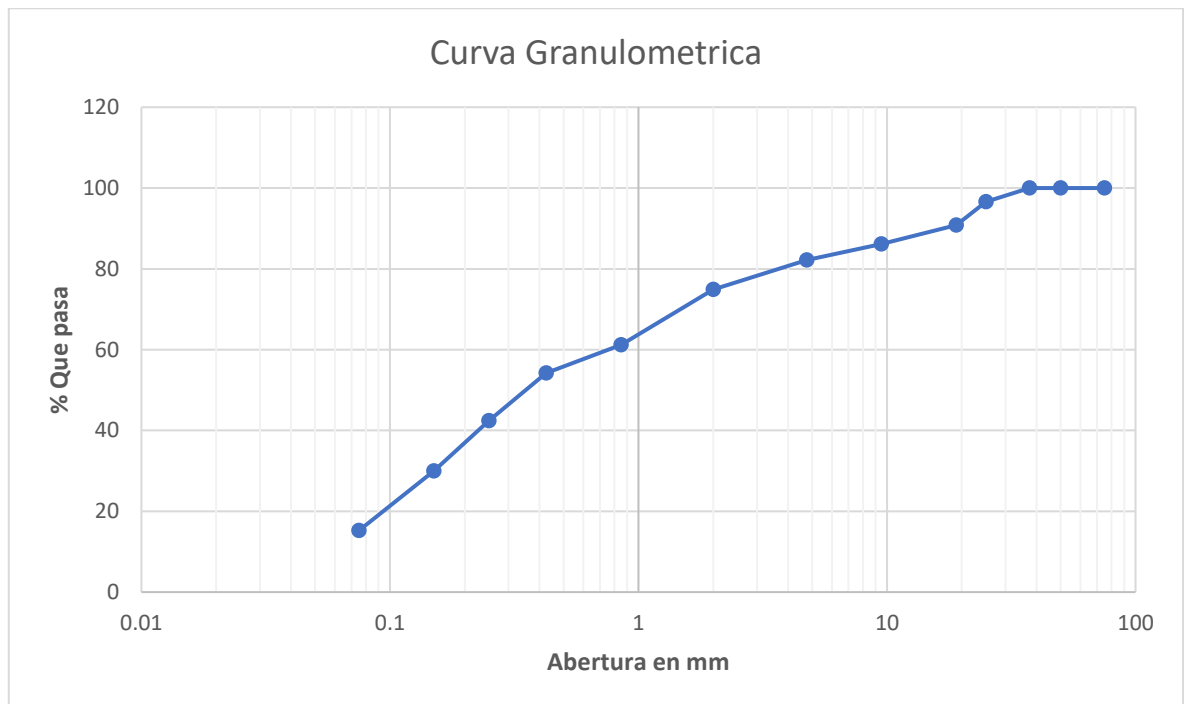


Figura 65 Curva Granulométrica C1-E3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 64***Granulometría C2-E1*

C2-E1	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	0	0	0	100
3/4"	19	11	0.32	0.32	99.68
3/8"	9.5	101	2.92	3.24	96.76
4	4.75	239	6.92	10.16	89.84
10	2	400	11.57	21.73	78.27
20	0.85	550	15.91	37.64	62.36
40	0.425	616	17.82	55.46	44.54
60	0.25	447	12.93	68.39	31.61
100	0.15	257	7.44	75.83	24.17
200	0.075	380	11	86.83	13.17
fondo		455	13.17	100	
		<b>3456</b>			

Fuente: Elaboración Propia

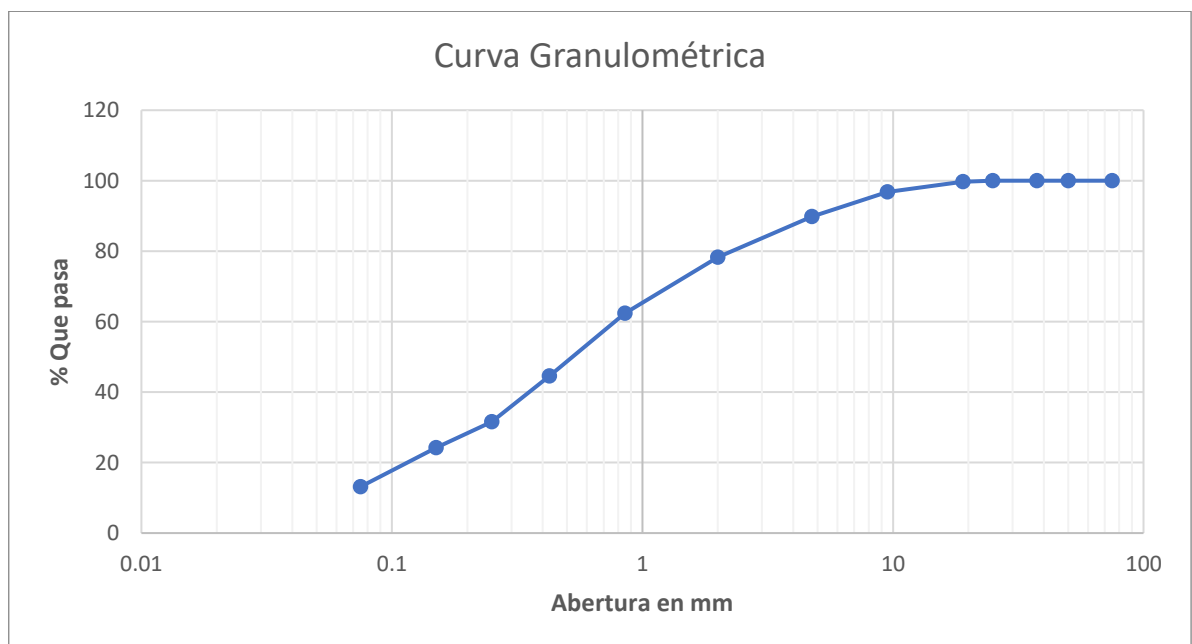


Figura 66 Curva Granulométrica C2-E1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 65***Granulometría C2-E2*

C2-E2	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	87.2	2.45	2.45	97.55
3/4"	19	115.8	3.25	5.7	94.3
3/8"	9.5	96.6	2.71	8.41	91.59
4	4.75	82.6	2.32	10.73	89.27
10	2	218.8	6.15	16.88	83.12
20	0.85	727.1	20.42	37.3	62.7
40	0.425	1004.5	28.22	65.52	34.48
60	0.25	463.5	13.02	78.54	21.46
100	0.15	291.1	8.18	86.72	13.28
200	0.075	316.3	8.88	95.6	4.4
fondo		156.5	4.4	100	
		<b>3560</b>			

Fuente: Elaboración Propia

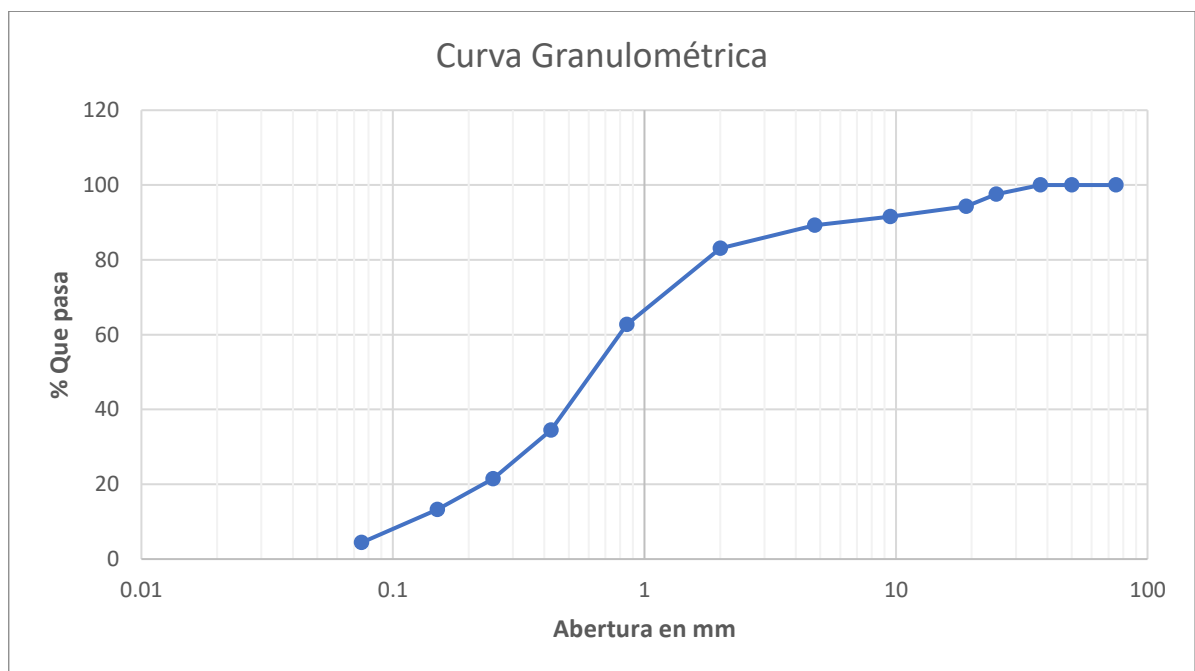


Figura 67 Curva Granulométrica C2-E2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 66**  
*Granulometría C2-E3*

C2-E3	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	0	0	0	100
3/4"	19	21.3	0.6	0.6	99.4
3/8"	9.5	64.8	1.82	2.42	97.58
4	4.75	75.5	2.13	4.55	95.45
10	2	161.9	4.56	9.11	90.89
20	0.85	741.6	20.88	29.99	70.01
40	0.425	1234.5	34.76	64.75	35.25
60	0.25	588.5	16.57	81.32	18.68
100	0.15	339.5	9.56	90.88	9.12
200	0.075	221.2	6.23	97.11	2.89
fondo		102.7	2.89	100	
		<b>3551.5</b>			

Fuente: Elaboración Propia

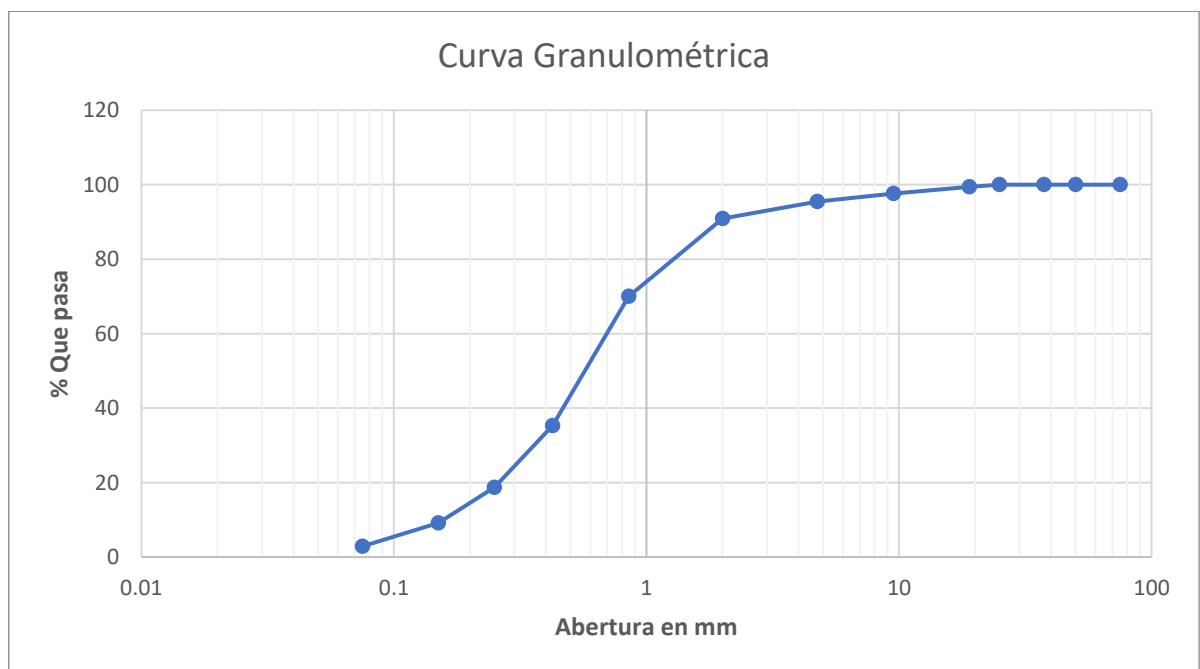


Figura 68 Curva Granulométrica C2-E3  
 Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 67**  
Granulometría C3-E1

C3-E1	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	0	0	0	100
3/4"	19	90	2.55	2.55	97.45
3/8"	9.5	158	4.48	7.03	92.97
4	4.75	221	6.27	13.3	86.7
10	2	395	11.2	24.5	75.5
20	0.85	562	15.93	40.43	59.57
40	0.425	401	11.37	51.8	48.2
60	0.25	358	10.15	61.95	38.05
100	0.15	243	6.89	68.84	31.16
200	0.075	499	14.15	82.99	17.01
fondo		600	17.01	100	
		<b>3527</b>			

Fuente: Elaboración Propia

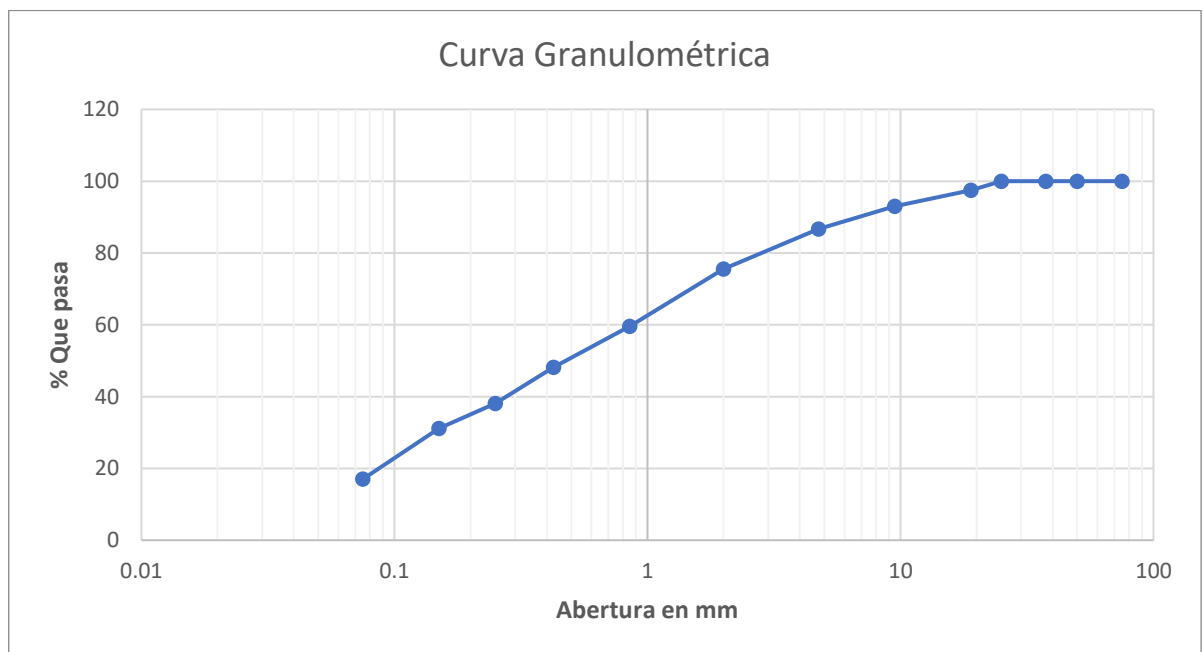


Figura 69 Curva Granulométrica C3-E1  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 68***Granulometría C3-E2*

C3-E2	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	90	2.5	2.5	97.5
3/4"	19	128	3.56	6.06	93.94
3/8"	9.5	100	2.78	8.84	91.16
4	4.75	84	2.33	11.17	88.83
10	2	215	5.98	17.15	82.85
20	0.85	580	16.12	33.27	66.73
40	0.425	930	25.85	59.12	40.88
60	0.25	601	16.7	75.82	24.18
100	0.15	340	9.45	85.27	14.73
200	0.075	320	8.89	94.16	5.84
fondo		210	5.84	100	
		<b>3598</b>			

Fuente: Elaboración Propia

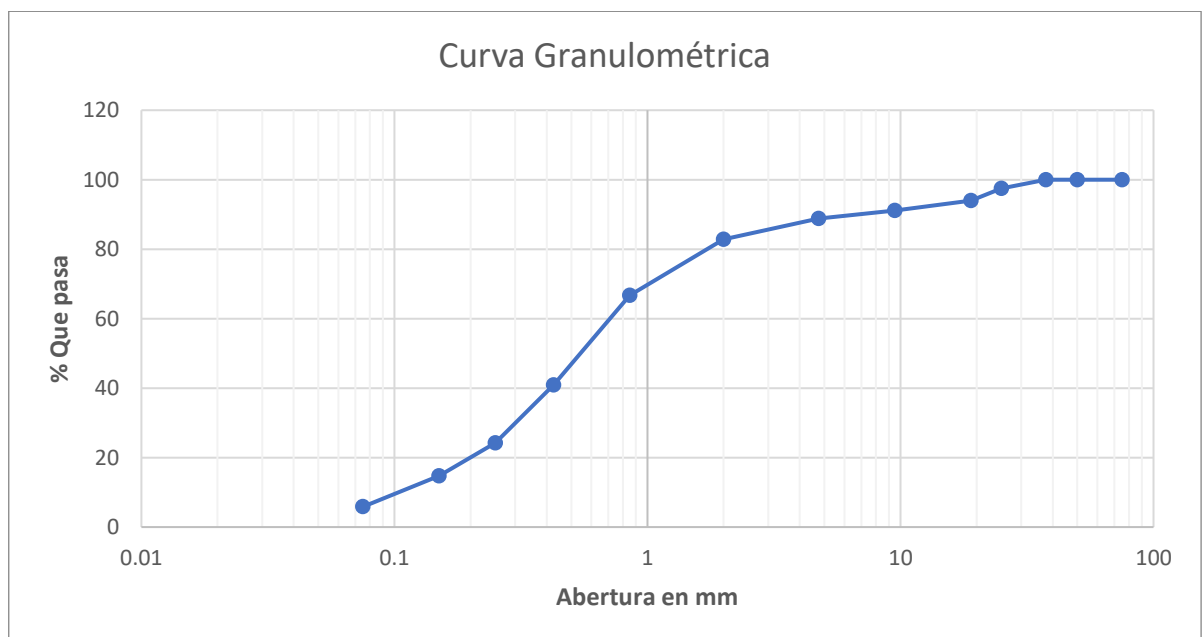


Figura 70 Curva Granulométrica C3-E2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 69***Granulometría C3-E3*

C3-E3	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	93	2.34	2.34	97.66
3/4"	19	210	5.28	7.62	92.38
3/8"	9.5	221	5.56	13.18	86.82
4	4.75	145	3.65	16.83	83.17
10	2	293	7.37	24.2	75.8
20	0.85	511	12.86	37.06	62.94
40	0.425	408	10.26	47.32	52.68
60	0.25	493	12.4	59.72	40.28
100	0.15	458	11.52	71.24	28.76
200	0.075	601	15.12	86.36	13.64
fondo		542	13.64	100	
		<b>3975</b>			

Fuente: Elaboración Propia

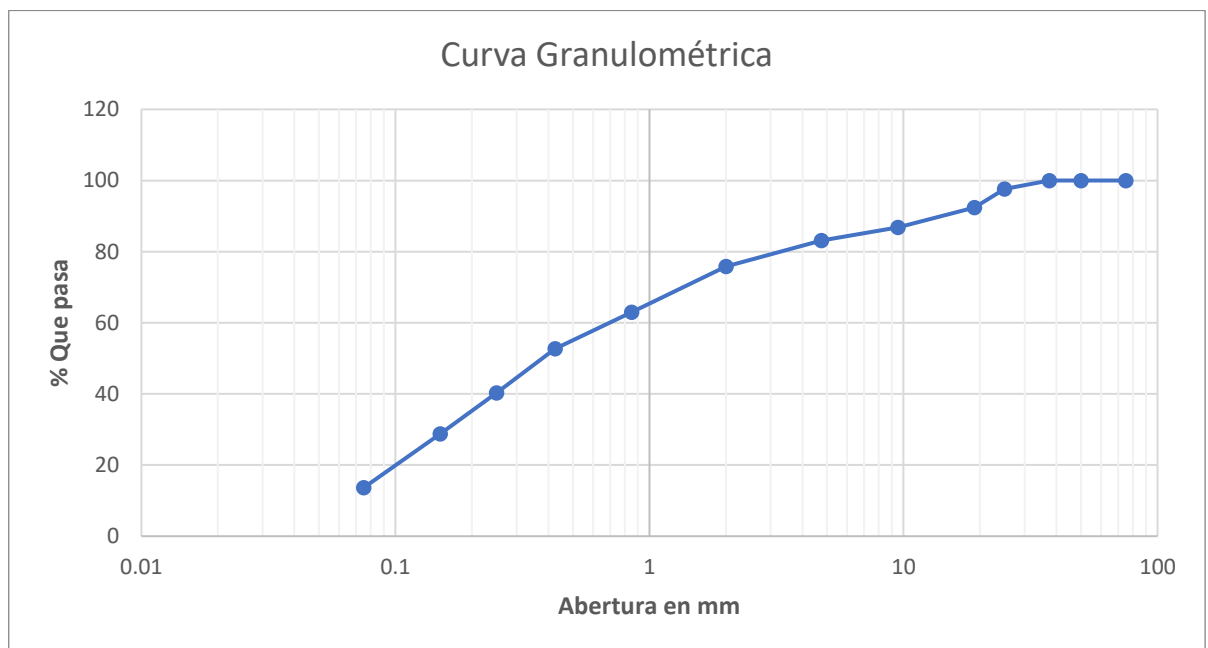


Figura 71 Curva Granulométrica C3-E3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 70***Granulometría C4-E1*

C4-E1	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	38	1.01	1.01	98.99
3/4"	19	66	1.75	2.76	97.24
3/8"	9.5	136	3.61	6.37	93.63
4	4.75	222	5.89	12.26	87.74
10	2	395	10.48	22.74	77.26
20	0.85	586	15.55	38.29	61.71
40	0.425	488	12.95	51.24	48.76
60	0.25	358	9.5	60.74	39.26
100	0.15	345	9.15	69.89	30.11
200	0.075	523	13.88	83.77	16.23
fondo		612	16.24	100.01	
		<b>3769</b>			

Fuente: Elaboración Propia

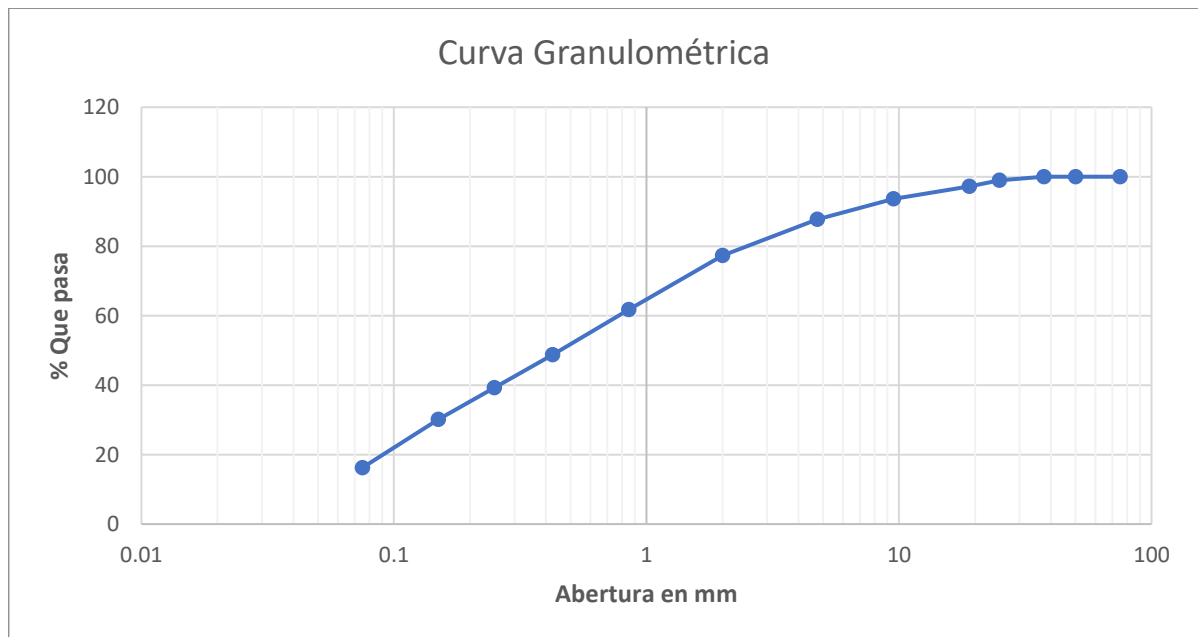


Figura 72 Curva Granulométrica C4-E1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 71***Granulometría C4-E2*

C4-E2	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	90	2.55	2.55	97.45
3/4"	19	121	3.42	5.97	94.03
3/8"	9.5	105	2.97	8.94	91.06
4	4.75	84	2.38	11.32	88.68
10	2	200	5.66	16.98	83.02
20	0.85	699	19.78	36.76	63.24
40	0.425	961	27.19	63.95	36.05
60	0.25	484	13.7	77.65	22.35
100	0.15	305	8.63	86.28	13.72
200	0.075	288	8.15	94.43	5.57
fondo		197	5.57	100	
		<b>3534</b>			

Fuente: Elaboración Propia

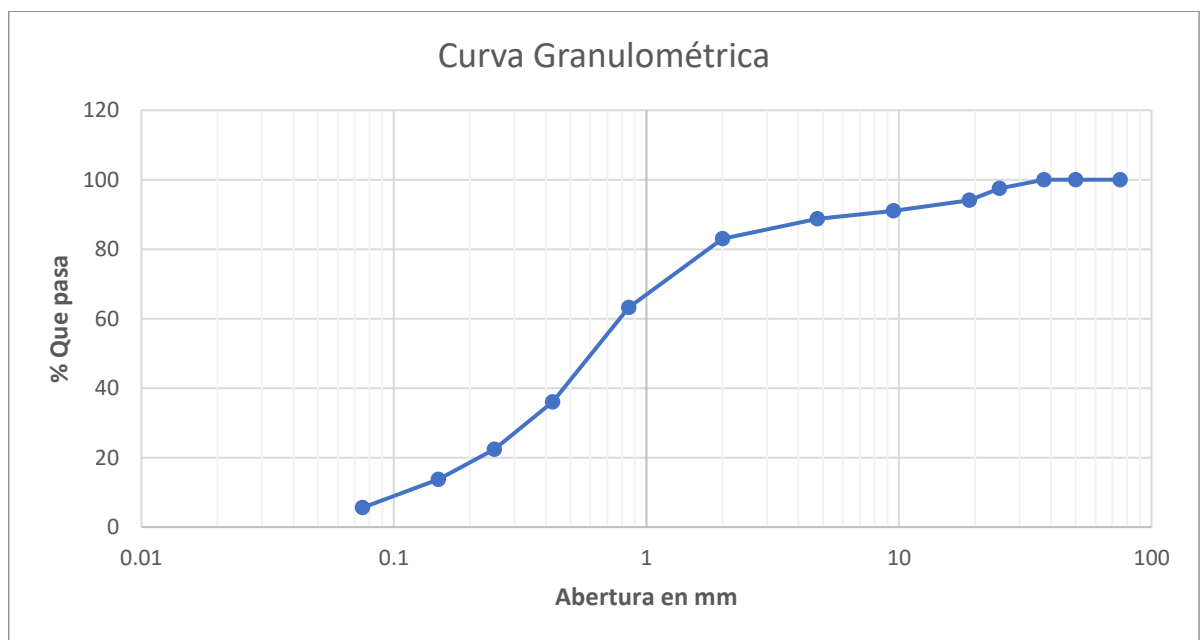


Figura 73 Curva Granulométrica C4-E2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 72***Granulometría C4-E3*

C4-E3	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	166	3.04	3.04	96.96
1 1/2"	37.5	361	6.62	9.66	90.34
1"	25	287	5.26	14.92	85.08
3/4"	19	312	5.72	20.64	79.36
3/8"	9.5	355	6.51	27.15	72.85
4	4.75	441.4	8.09	35.24	64.76
10	2	654.8	12	47.24	52.76
20	0.85	949.9	17.41	64.65	35.35
40	0.425	797.4	14.62	79.27	20.73
60	0.25	411.3	7.54	86.81	13.19
100	0.15	352.7	6.47	93.28	6.72
200	0.075	199.1	3.65	96.93	3.07
fondo		167.6	3.07	100	
		<b>5455.2</b>			

Fuente: Elaboración Propia

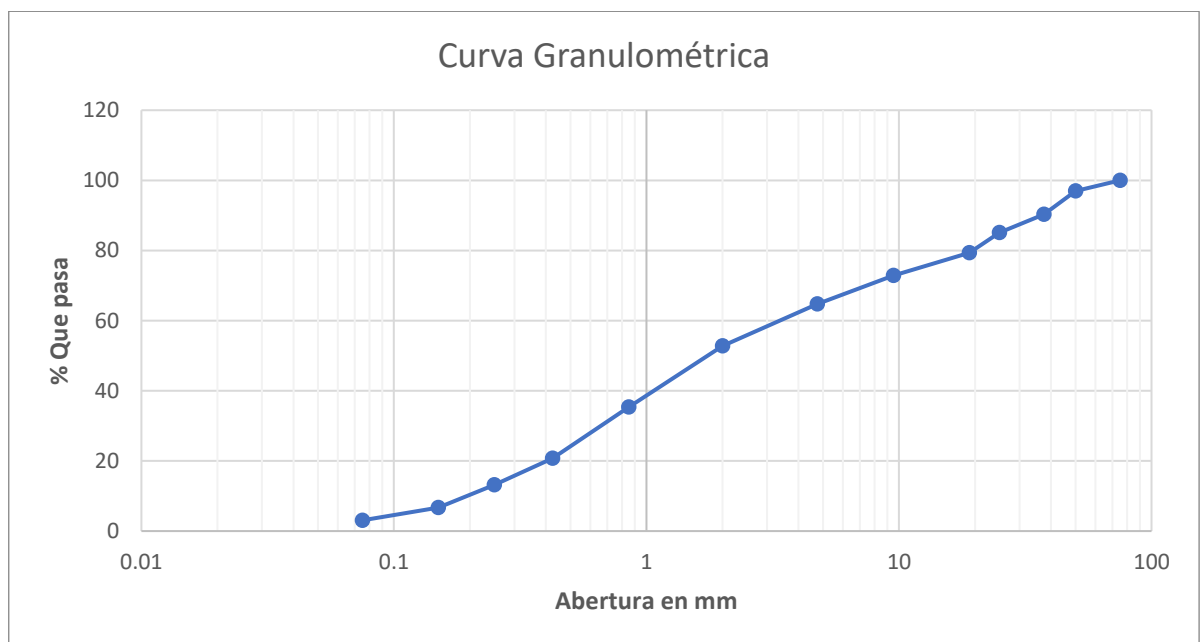


Figura 74 Curva Granulométrica C4-E3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 73***Granulometría C5-E1*

C5-E1	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	0	0	0	100
3/4"	19	58	1.56	1.56	98.44
3/8"	9.5	135	3.63	5.19	94.81
4	4.75	180	4.84	10.03	89.97
10	2	391	10.52	20.55	79.45
20	0.85	499	13.42	33.97	66.03
40	0.425	488	13.13	47.1	52.9
60	0.25	380	10.22	57.32	42.68
100	0.15	342	9.2	66.52	33.48
200	0.075	592	15.92	82.44	17.56
fondo		653	17.56	100	
		<b>3718</b>			

Fuente: Elaboración Propia

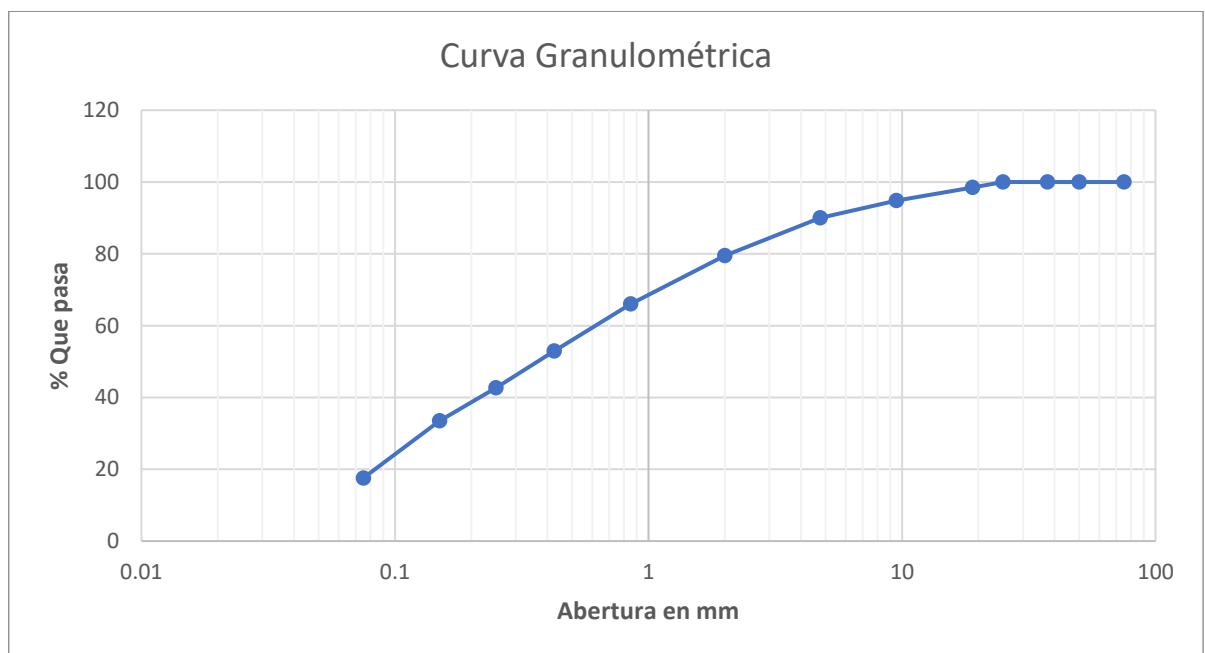


Figura 75 Curva Granulométrica C5-E1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 74***Granulometría C5-E2*

C5-E2	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	95	2.71	2.71	97.29
3/4"	19	124	3.53	6.24	93.76
3/8"	9.5	128	3.65	9.89	90.11
4	4.75	133	3.79	13.68	86.32
10	2	210	5.98	19.66	80.34
20	0.85	700	19.94	39.6	60.4
40	0.425	850	24.22	63.82	36.18
60	0.25	510	14.53	78.35	21.65
100	0.15	287	8.18	86.53	13.47
200	0.075	315	8.97	95.5	4.5
fondo		158	4.5	100	
		<b>3510</b>			

Fuente: Elaboración Propia

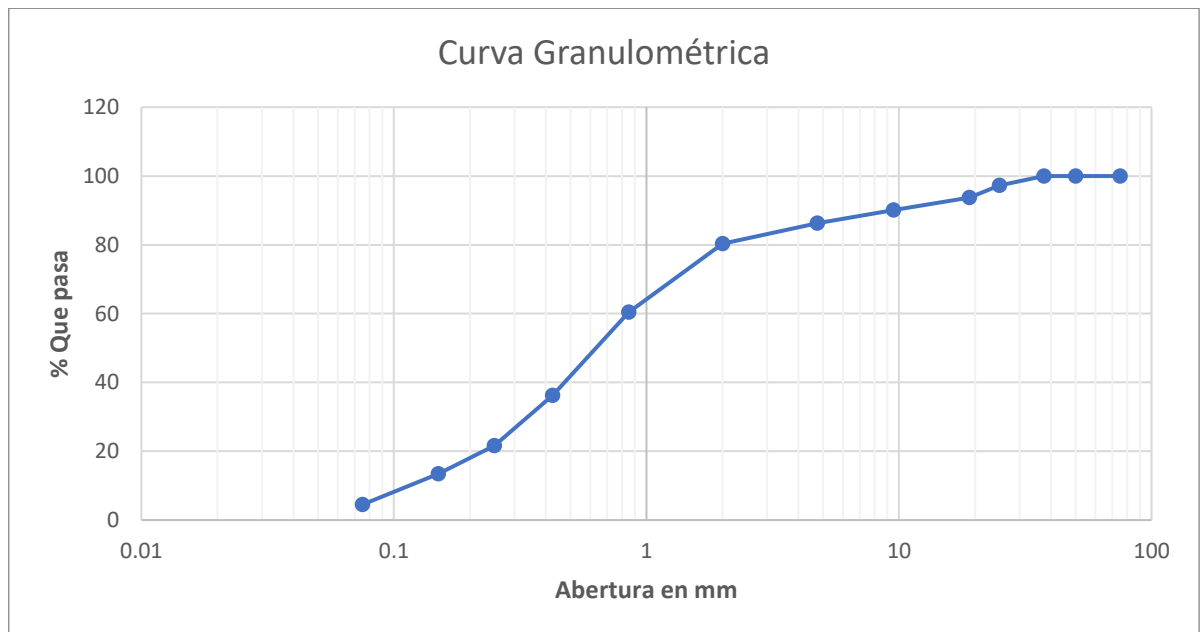


Figura 76 Curva Granulométrica C5-E2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 75***Granulometría C5-E3*

C5-E3	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	650	12.43	12.43	87.57
1 1/2"	37.5	149	2.85	15.28	84.72
1"	25	316	6.04	21.32	78.68
3/4"	19	89	1.7	23.02	76.98
3/8"	9.5	194	3.71	26.73	73.27
4	4.75	223	4.26	30.99	69.01
10	2	601	11.49	42.48	57.52
20	0.85	1076	20.57	63.05	36.95
40	0.425	896	17.13	80.18	19.82
60	0.25	452	8.64	88.82	11.18
100	0.15	250	4.78	93.6	6.4
200	0.075	150	2.87	96.47	3.53
fondo		184.8	3.53	100	
		<b>5230.8</b>			

Fuente: Elaboración Propia

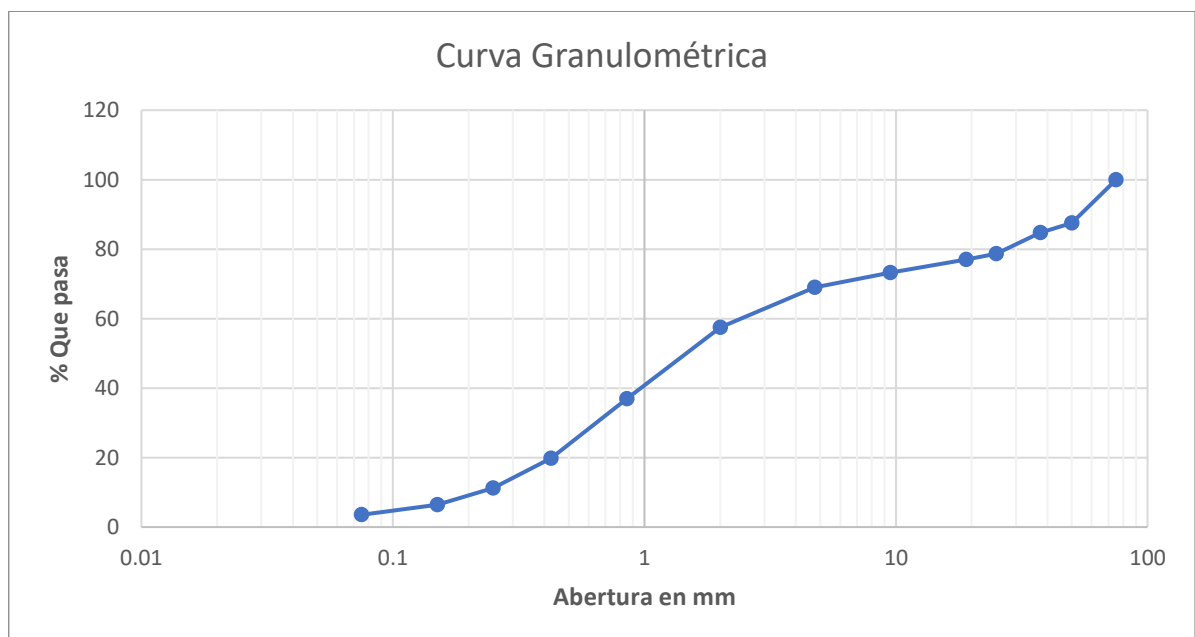


Figura 77 Curva Granulométrica C5-E3

Fuente: Elaboración Propia

5.1.5.2. Resultados en HH.UU. San Ignacio – Zona 11

Tabla 76

Granulometría P1-E1

P1-E1	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	95	3.93	3.93	96.07
1"	25	43	1.78	5.71	94.29
3/4"	19	33	1.36	7.07	92.93
3/8"	9.5	112	4.63	11.7	88.3
4	4.75	137	5.66	17.36	82.64
10	2	213.44	8.82	26.18	73.82
20	0.85	364.63	15.07	41.25	58.75
40	0.425	280.83	11.6	52.85	47.15
60	0.25	201.13	8.31	61.16	38.84
100	0.15	132.39	5.47	66.63	33.37
200	0.075	175.81	7.26	73.89	26.11
fondo		631.77	26.11	100	
		<b>2420</b>			

Fuente: Elaboración Propia

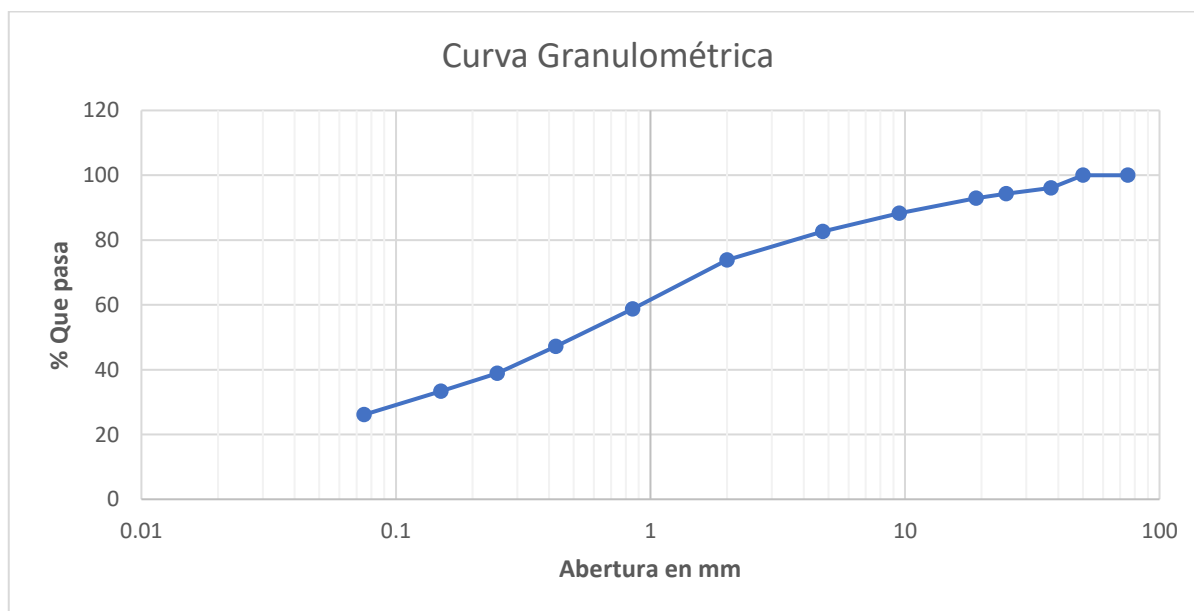


Figura 78 Curva Granulométrica P1-E1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 77***Granulometría P1-E2*

P1-E2	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% acumulado retenido	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	56	1.6	1.6	98.4
3/4"	19	131	3.74	5.34	94.66
3/8"	9.5	67	1.91	7.25	92.75
4	4.75	62	1.77	9.02	90.98
10	2	112.44	3.21	12.23	87.77
20	0.85	374.2	10.69	22.92	77.08
40	0.425	580.93	16.59	39.51	60.49
60	0.25	587.7	16.79	56.3	43.7
100	0.15	504.4	14.41	70.71	29.29
200	0.075	513.5	14.67	85.38	14.62
fondo		512	14.62	100	
		<b>3501.17</b>			

Fuente: Elaboración Propia

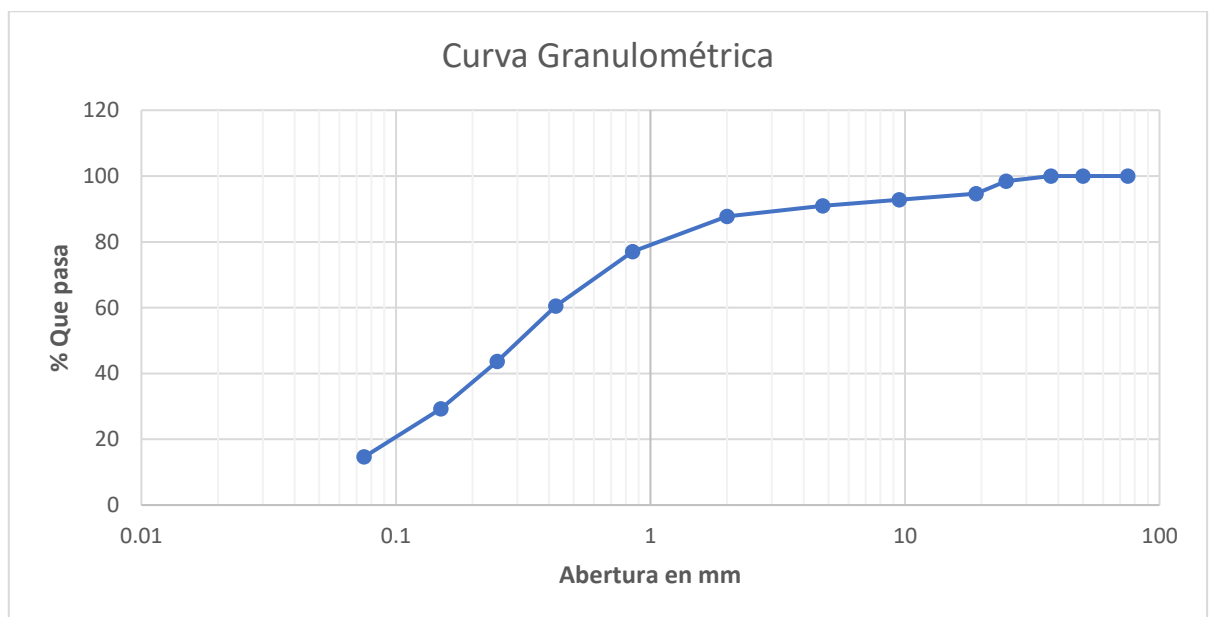


Figura 79 Curva Granulométrica P1-E2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 78***Granulometría P1-E3*

P1-E3	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	121	2.86	2.86	97.14
1"	25	258	6.09	8.95	91.05
3/4"	19	124	2.93	11.88	88.12
3/8"	9.5	246	5.81	17.69	82.31
4	4.75	199	4.7	22.39	77.61
10	2	282.24	6.66	29.05	70.95
20	0.85	507.14	11.97	41.02	58.98
40	0.425	301.4	7.11	48.13	51.87
60	0.25	499.92	11.8	59.93	40.07
100	0.15	488.7	11.53	71.46	28.54
200	0.075	583.6	13.77	85.23	14.77
fondo		625.7	14.77	100	
		<b>4236.7</b>			

Fuente: Elaboración Propia

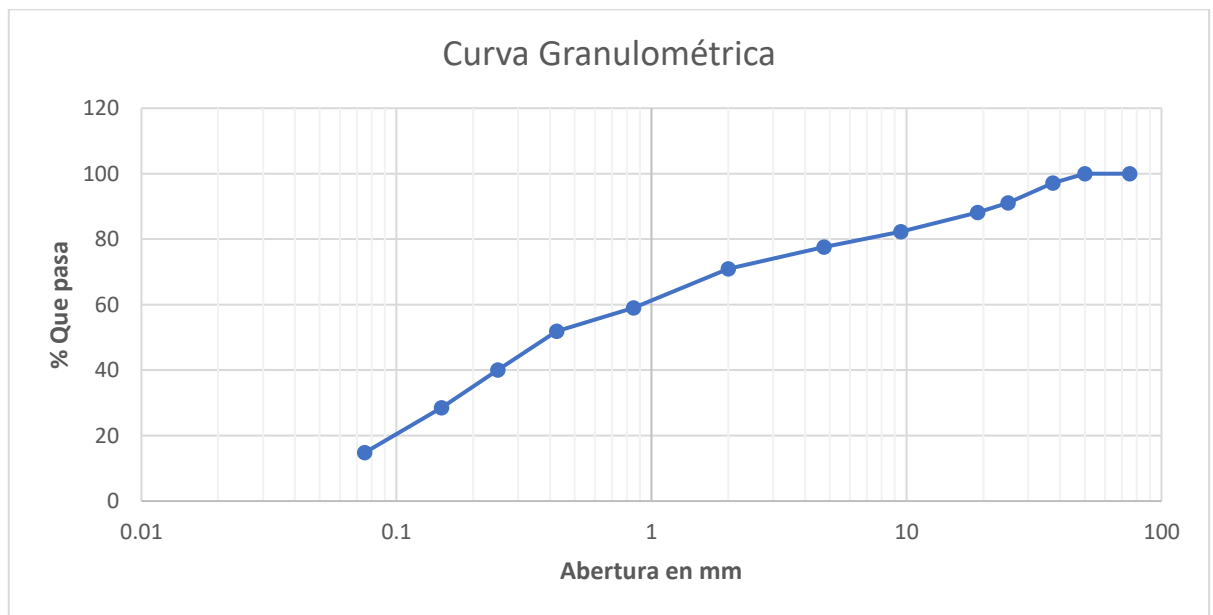


Figura 80 Curva Granulométrica P1-E3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 79***Granulometría P1-E4*

P1-E4	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	1108	14.62	14.62	85.38
1 1/2"	37.5	370	4.88	19.5	80.5
1"	25	481	6.35	25.85	74.15
3/4"	19	583	7.69	33.54	66.46
3/8"	9.5	962	12.69	46.23	53.77
4	4.75	960	12.67	58.9	41.1
10	2	984.89	13	71.9	28.1
20	0.85	806.86	10.65	82.55	17.45
40	0.425	415.12	5.48	88.03	11.97
60	0.25	266.83	3.52	91.55	8.45
100	0.15	127.47	1.68	93.23	6.77
200	0.075	143.19	1.89	95.12	4.88
fondo		369.65	4.88	100	
		<b>7578.01</b>			

Fuente: Elaboración Propia

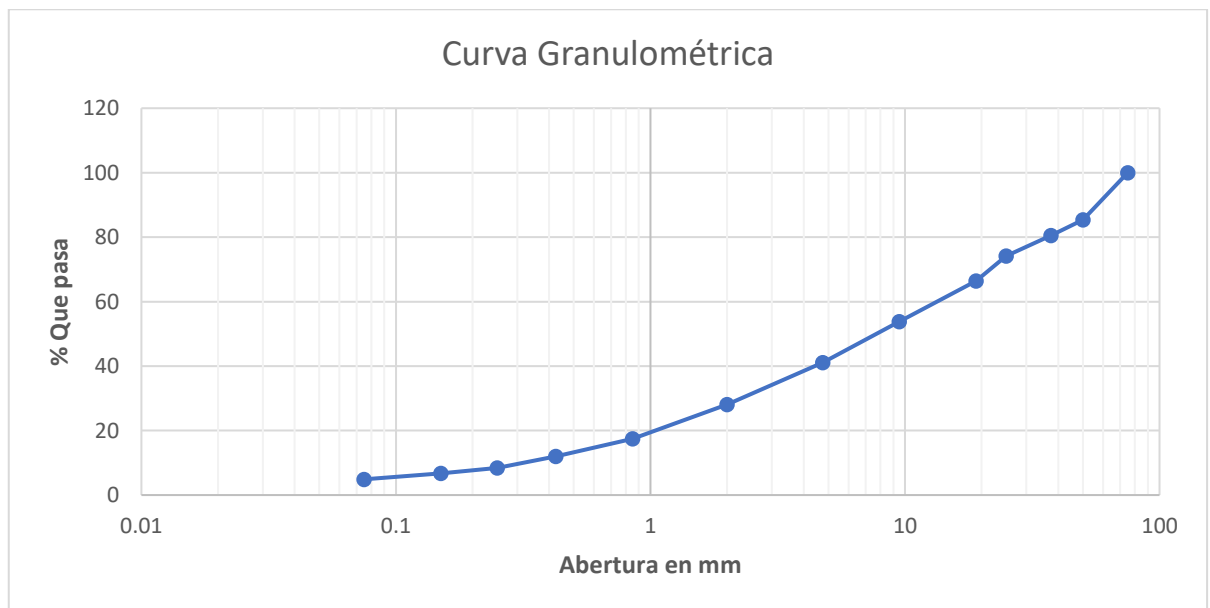


Figura 81 Curva Granulométrica P1-E4

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 80***Granulometría P1-E5*

<b>P1-E5</b>	<b>abertura (mm)</b>	<b>peso retenido</b>	<b>% parcial retenido</b>	<b>% retenido acumulado</b>	<b>% pasa</b>
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	90	2.62	2.62	97.38
3/4"	19	125	3.64	6.26	93.74
3/8"	9.5	110	3.2	9.46	90.54
4	4.75	98	2.85	12.31	87.69
10	2	188	5.47	17.78	82.22
20	0.85	579	16.86	34.64	65.36
40	0.425	1084	31.56	66.2	33.8
60	0.25	480	13.97	80.17	19.83
100	0.15	250	7.28	87.45	12.55
200	0.075	230	6.7	94.15	5.85
fondo		201	5.85	100	
		<b>3435</b>			

Fuente: Elaboración Propia

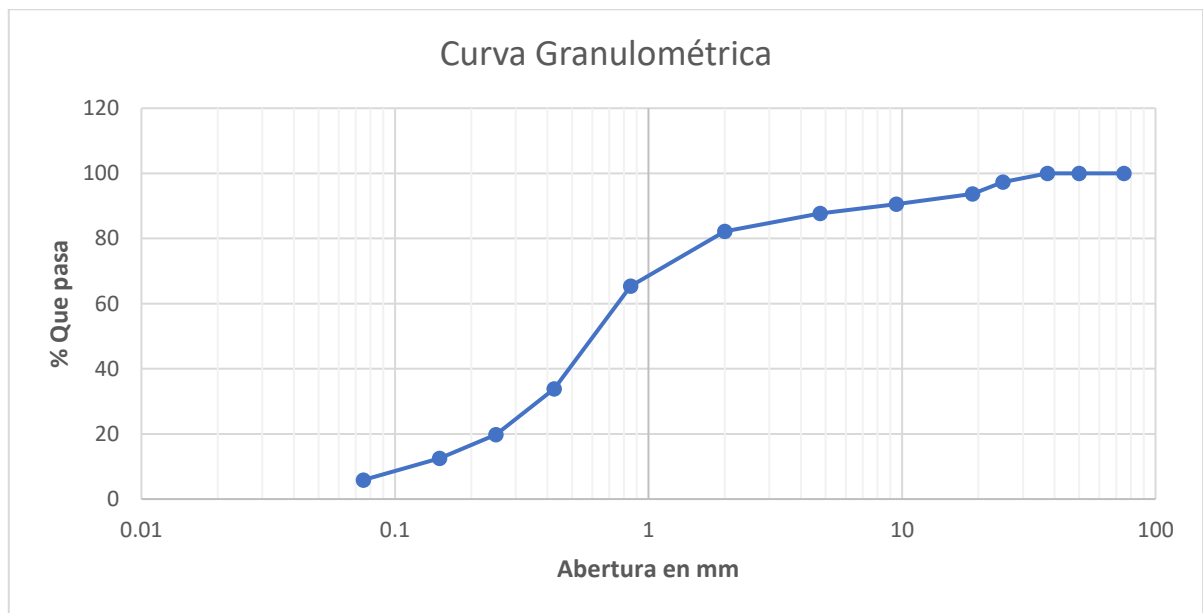


Figura 82 Curva Granulométrica P1-E5

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 81***Granulometría P2-E1*

P2-E1	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	80	2.87	2.87	97.13
3/4"	19	54	1.94	4.81	95.19
3/8"	9.5	104	3.74	8.55	91.45
4	4.75	153	5.5	14.05	85.95
10	2	237.25	8.52	22.57	77.43
20	0.85	383.26	13.77	36.34	63.66
40	0.425	293.63	10.55	46.89	53.11
60	0.25	224.8	8.08	54.97	45.03
100	0.15	159.4	5.73	60.7	39.3
200	0.075	222.7	8	68.7	31.3
fondo		871.2	31.3	100	
		<b>2783.24</b>			

Fuente: Elaboración Propia

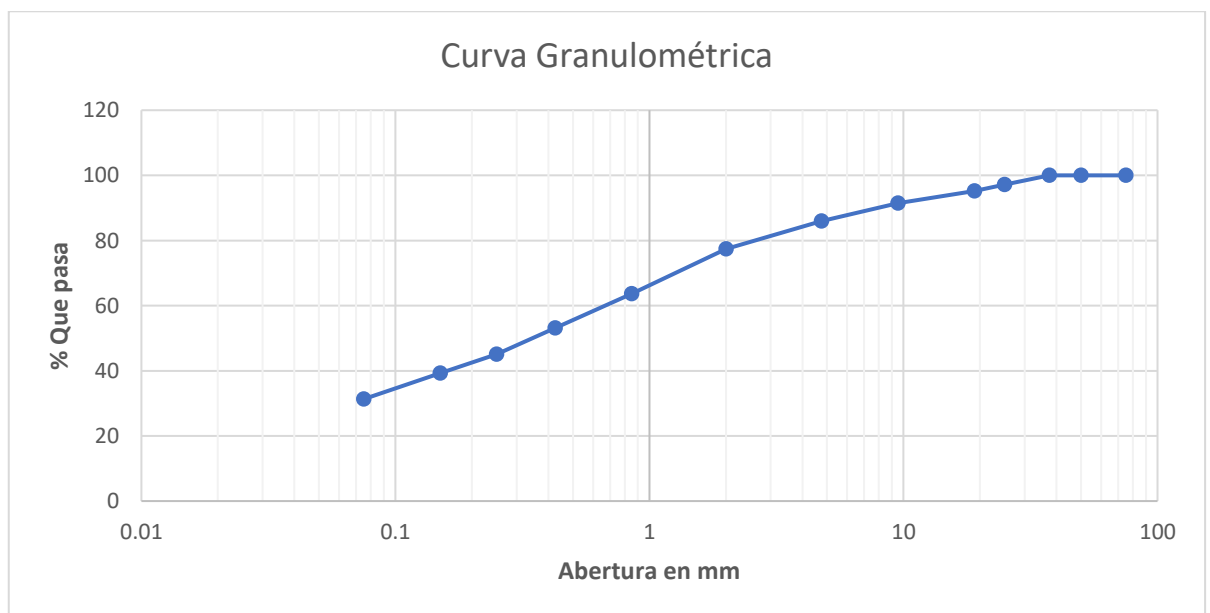


Figura 83 Curva Granulométrica P2-E1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 82***Granulometría P2-E2*

P2-E2	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	31	0.8	0.8	99.2
3/4"	19	30	0.77	1.57	98.43
3/8"	9.5	38	0.98	2.55	97.45
4	4.75	54	1.39	3.94	96.06
10	2	333.88	8.62	12.56	87.44
20	0.85	804.6	20.77	33.33	66.67
40	0.425	430.9	11.12	44.45	55.55
60	0.25	548.8	14.17	58.62	41.38
100	0.15	232.8	6.01	64.63	35.37
200	0.075	289.8	7.48	72.11	27.89
fondo		1080.3	27.89	100	
		<b>3874.08</b>			

Fuente: Elaboración Propia

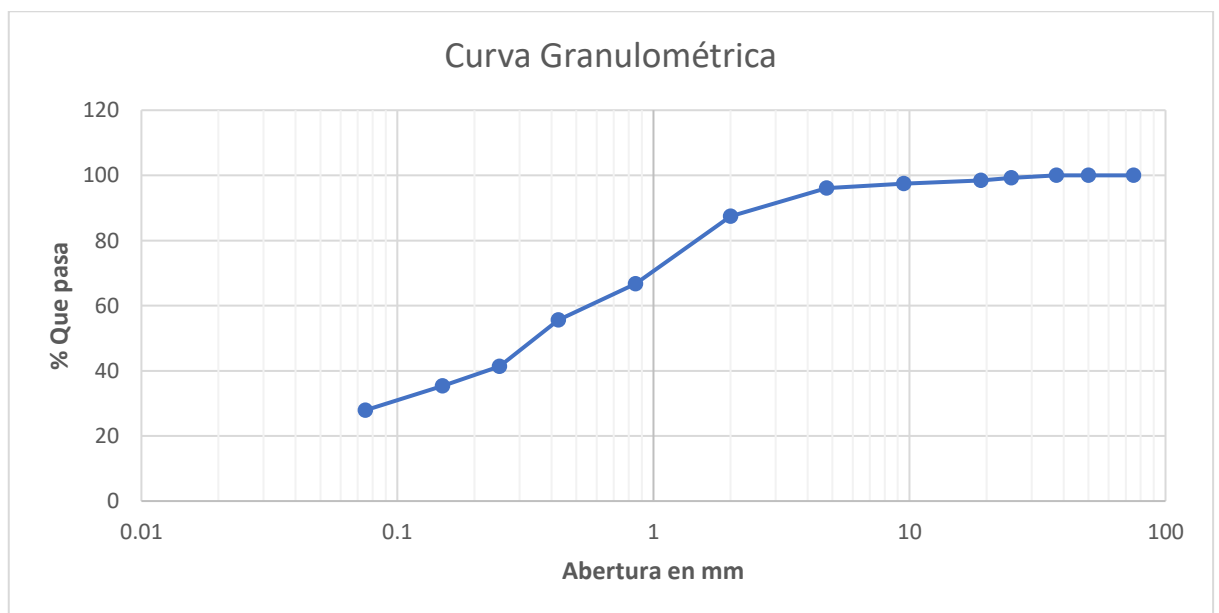


Figura 84 Curva Granulométrica P2-E2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 83***Granulometría P2-E3*

P2-E3	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	120	2.16	2.16	97.84
1"	25	132	2.37	4.53	95.47
3/4"	19	92	1.65	6.18	93.82
3/8"	9.5	204	3.67	9.85	90.15
4	4.75	274	4.93	14.78	85.22
10	2	478.33	8.6	23.38	76.62
20	0.85	1415.13	25.45	48.83	51.17
40	0.425	1342.8	24.15	72.98	27.02
60	0.25	549.9	9.89	82.87	17.13
100	0.15	279.8	5.03	87.9	12.1
200	0.075	289.9	5.21	93.11	6.89
fondo		382.9	6.89	100	
		<b>5560.76</b>			

Fuente: Elaboración Propia

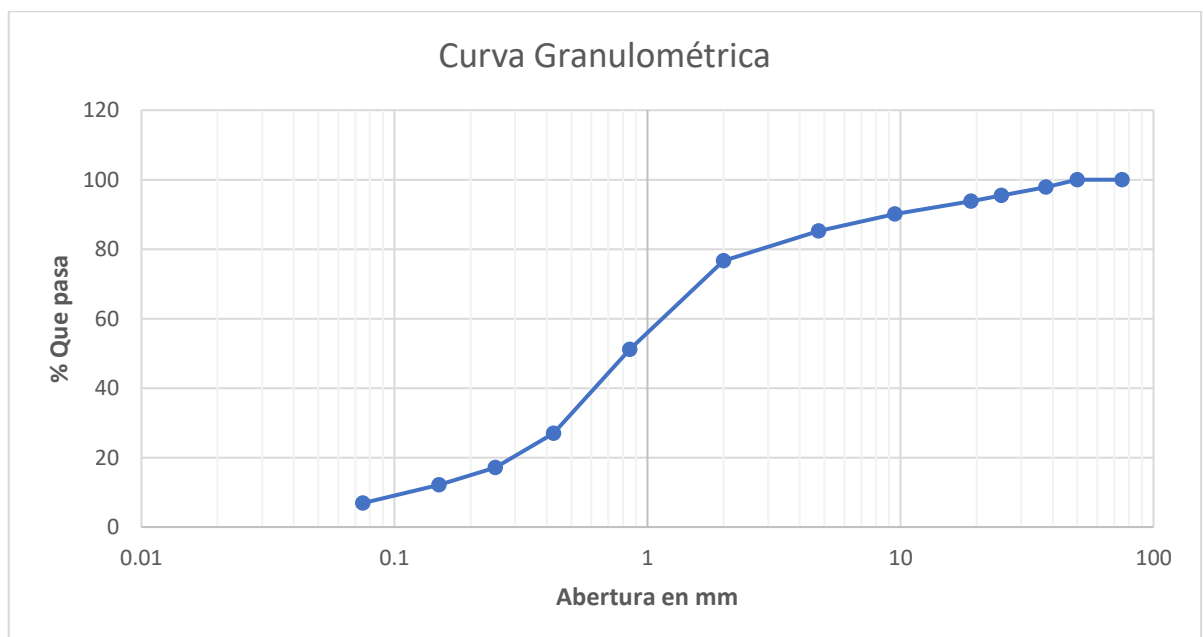


Figura 85 Curva Granulométrica P2-E3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 84***Granulometría P3-E1*

P3-E1	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	262	5.09	5.09	94.91
1 1/2"	37.5	554	10.76	15.85	84.15
1"	25	288	5.59	21.44	78.56
3/4"	19	148	2.87	24.31	75.69
3/8"	9.5	246	4.78	29.09	70.91
4	4.75	237	4.6	33.69	66.31
10	2	344.8	6.7	40.39	59.61
20	0.85	559.34	10.86	51.25	48.75
40	0.425	488.61	9.49	60.74	39.26
60	0.25	299.42	5.81	66.55	33.45
100	0.15	233.99	4.54	71.09	28.91
200	0.075	306.49	5.95	77.04	22.96
fondo		1182.35	22.96	100	
		<b>5150</b>			

Fuente: Elaboración Propia

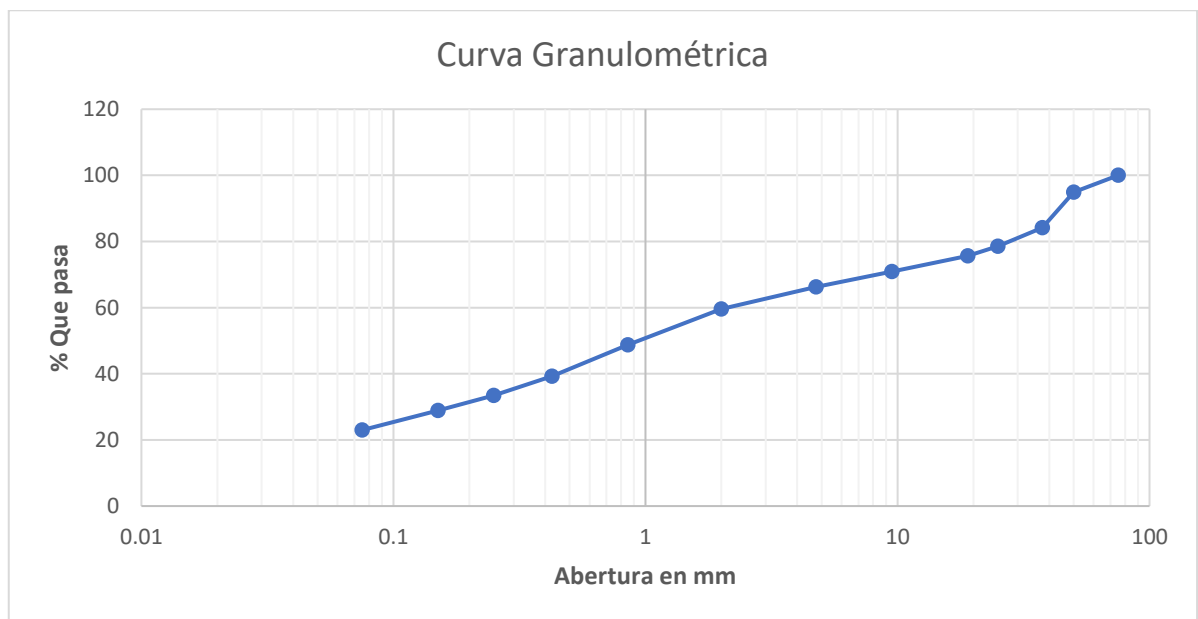


Figura 86 Curva Granulométrica P3-E1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 85***Granulometría P3-E2*

P3-E2	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% acumulado retenido	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	325	7.22	7.22	92.78
1"	25	246	5.47	12.69	87.31
3/4"	19	91	2.02	14.71	85.29
3/8"	9.5	194	4.31	19.02	80.98
4	4.75	220	4.89	23.91	76.09
10	2	452.62	10.06	33.97	66.03
20	0.85	816.72	18.14	52.11	47.89
40	0.425	764.95	16.99	69.1	30.9
60	0.25	447.05	9.93	79.03	20.97
100	0.15	448.3	9.96	88.99	11.01
200	0.075	340.16	7.56	96.55	3.45
fondo		155.33	3.45	100	
		<b>4501.13</b>			

Fuente: Elaboración Propia

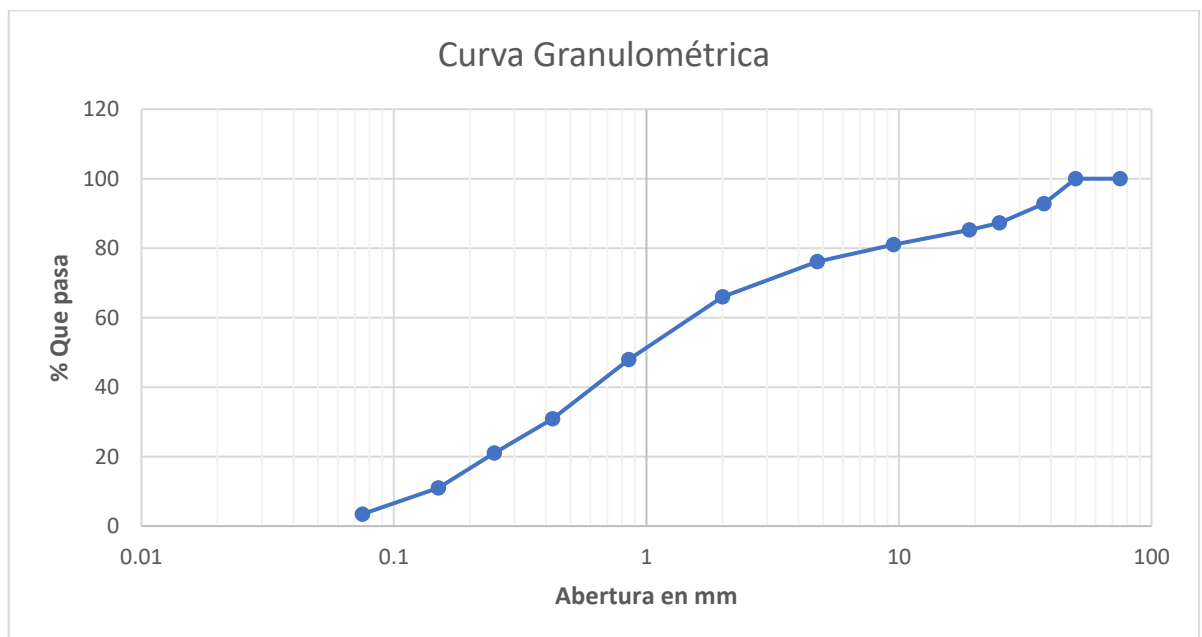


Figura 87 Curva Granulométrica P3-E2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 86***Granulometría P3-E3*

P3-E3	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	372	6.07	6.07	93.93
3/4"	19	164	2.68	8.75	91.25
3/8"	9.5	346	5.65	14.4	85.6
4	4.75	352	5.74	20.14	79.86
10	2	654.8	10.68	30.82	69.18
20	0.85	1311.73	21.4	52.22	47.78
40	0.425	1172.38	19.13	71.35	28.65
60	0.25	626.36	10.22	81.57	18.43
100	0.15	434.32	7.09	88.66	11.34
200	0.075	398.03	6.49	95.15	4.85
fondo		297.18	4.85	100	
		<b>6128.8</b>			

Fuente: Elaboración Propia

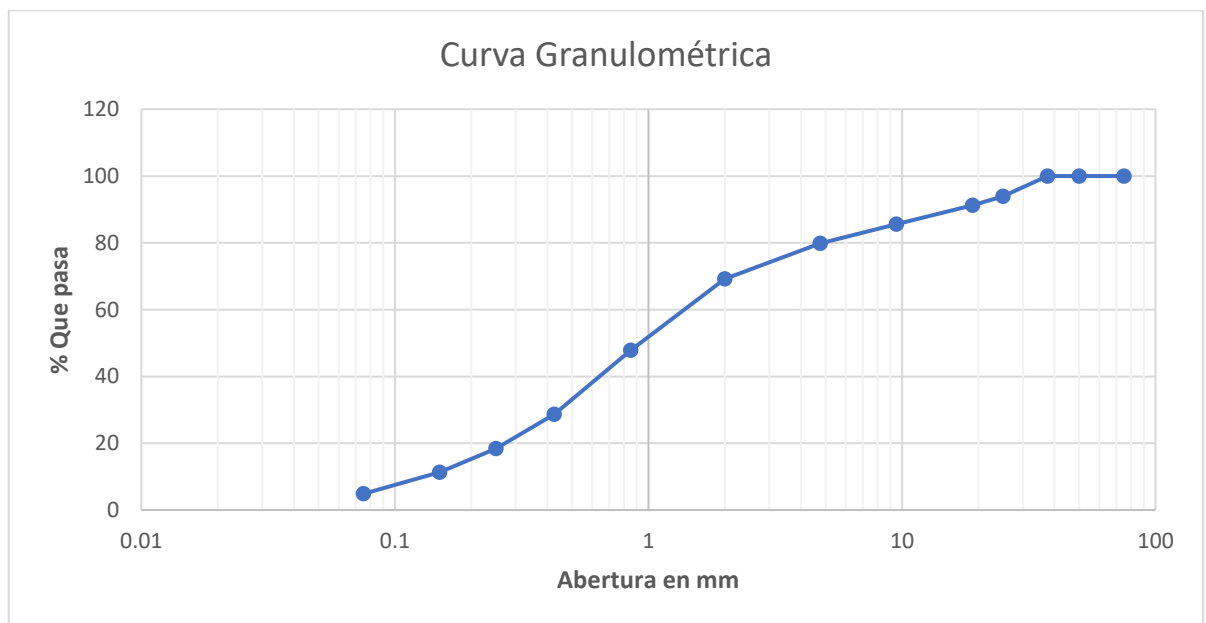


Figura 88 Curva Granulométrica P3-E3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 87***Granulometría P4-E1*

P4-E1	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	88	3.03	3.03	96.97
3/4"	19	62	2.13	5.16	94.84
3/8"	9.5	113	3.89	9.05	90.95
4	4.75	174	5.99	15.04	84.96
10	2	256	8.81	23.85	76.15
20	0.85	390	13.42	37.27	62.73
40	0.425	301	10.36	47.63	52.37
60	0.25	233	8.02	55.65	44.35
100	0.15	182	6.26	61.91	38.09
200	0.075	240	8.26	70.17	29.83
fondo		867	29.83	100	
		<b>2906</b>			

Fuente: Elaboración Propia

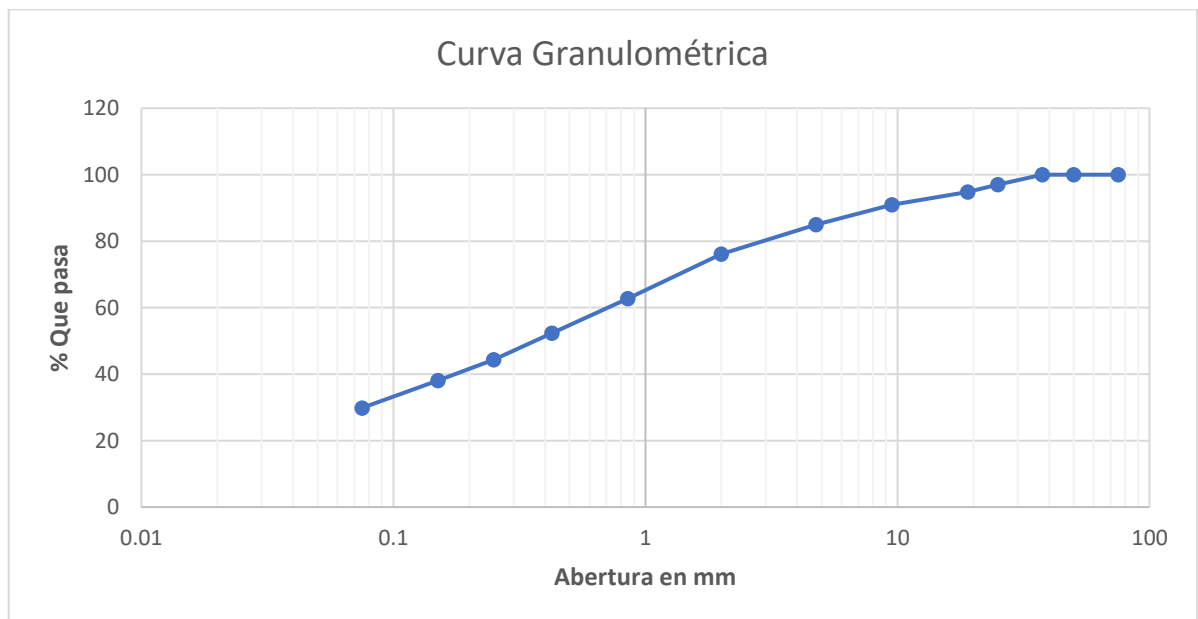


Figura 89 Curva Granulométrica P4-E1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 88***Granulometría P4-E2*

P4-E2	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% acumulado retenido	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	667	10.67	10.67	89.33
1 1/2"	37.5	282	4.51	15.18	84.82
1"	25	190	3.04	18.22	81.78
3/4"	19	147	2.35	20.57	79.43
3/8"	9.5	343	5.49	26.06	73.94
4	4.75	263	4.21	30.27	69.73
10	2	391.37	6.26	36.53	63.47
20	0.85	887.16	14.2	50.73	49.27
40	0.425	1007.33	16.12	66.85	33.15
60	0.25	725.7	11.61	78.46	21.54
100	0.15	491.9	7.87	86.33	13.67
200	0.075	511.6	8.19	94.52	5.48
fondo		342.4	5.48	100	
		<b>6249.46</b>			

Fuente: Elaboración Propia

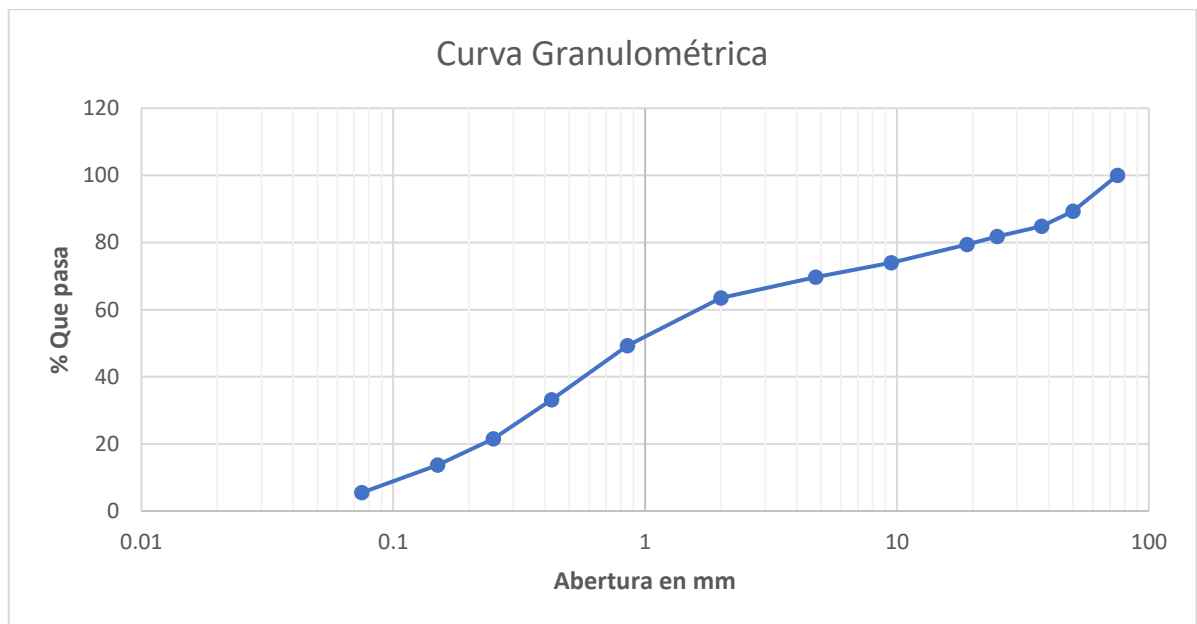


Figura 90 Curva Granulométrica P4-E2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 89***Granulometría P4-E3*

P4-E3	abertura (mm)	peso retenido	% parcial retenido	% retenido acumulado	% pasa
3"	75	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	85	2.35	2.35	97.65
3/4"	19	130	3.6	5.95	94.05
3/8"	9.5	145	4.01	9.96	90.04
4	4.75	125	3.46	13.42	86.58
10	2	210	5.81	19.23	80.77
20	0.85	530	14.66	33.89	66.11
40	0.425	930	25.73	59.62	40.38
60	0.25	620	17.15	76.77	23.23
100	0.15	330	9.13	85.9	14.1
200	0.075	298	8.24	94.14	5.86
fondo		212	5.86	100	
		<b>3615</b>			

Fuente: Elaboración Propia

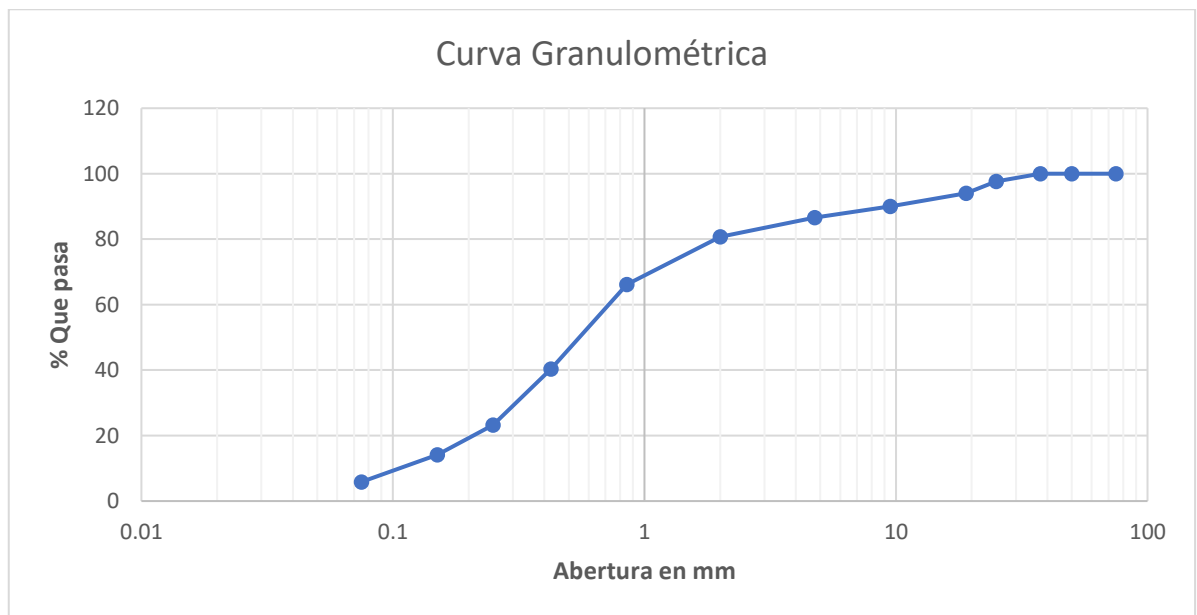


Figura 91 Curva Granulométrica P4-E1

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.6. Resultados de los Ensayos de Corte Directo

#### 5.1.6.1. Resultados en AA. HH. Los Rosales – Zona 12

##### 5.1.6.1.1. Calicata C1

Muestra: C1-E3                      SUCS:              SP

Profundidad: 0.80m    vel. (mm/min):0.5

Estado: Compactado    Coef. Anillo: 0.306

**Tabla 90**

*Ensayo Corte Directo C1-E3, Carga 1*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	114.91
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (gr/cm3)</b>	1.52
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.72
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	0.55
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.73	<b>Carga normal (kg)</b>	20
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	17	5.07	0.14
0.50	20	6.12	0.17
0.75	23	7.04	0.2
1.00	25	7.65	0.21
1.25	27	8.26	0.23
1.50	29	8.87	0.25
1.75	31	9.49	0.26
2.00	33	10.1	0.28
2.25	35	10.71	0.3
2.50	37	11.32	0.31
2.75	38	11.52	0.32
3.00	38	11.52	0.32
3.25			
3.50			
3.75			
4.00			
4.25			
4.50			
4.75			
5.00			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 91***Ensayo Corte Directo C1-E3, Carga 2*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	114.91
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm3)</b>	1.52
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.72
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	1
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.74	<b>Carga normal (kg)</b>	40
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	35	10.57	0.29
0.50	41	12.55	0.35
0.75	46	14.08	0.39
1.00	51	15.61	0.43
1.25	56	17.14	0.48
1.50	61	18.67	0.52
1.75	65	19.89	0.55
2.00	68	20.81	0.58
2.25	70	21.42	0.6
2.50	72	22.03	0.61
2.75	73	22.32	0.62
3.00	73	22.32	0.62
3.25			
3.50			
3.75			
4.00			
4.25			
4.50			
4.75			
5.00			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 92**

*Ensayo Corte Directo C1-E3, Carga 3*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	114.91
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm3)</b>	1.52
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.73
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	1.5
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.74	<b>Carga normal (kg)</b>	60
<b>Def. Tang. (mm)</b>	Def. H	<b>Fuerza de Corte</b>	Esfuerzo de Corte
0.00	0	0	0
0.25	66	20.14	0.56
0.50	72	22.03	0.61
0.75	78	23.87	0.66
1.00	84	25.7	0.71
1.25	89	27.23	0.76
1.50	94	28.76	0.8
1.75	99	30.29	0.84
2.00	103	31.52	0.88
2.25	105	32.13	0.89
2.50	107	32.74	0.91
2.75	108	33.12	0.92
3.00	108	33.12	0.92
3.25			
3.50			
3.75			
4.00			

Fuente: Elaboración Propia

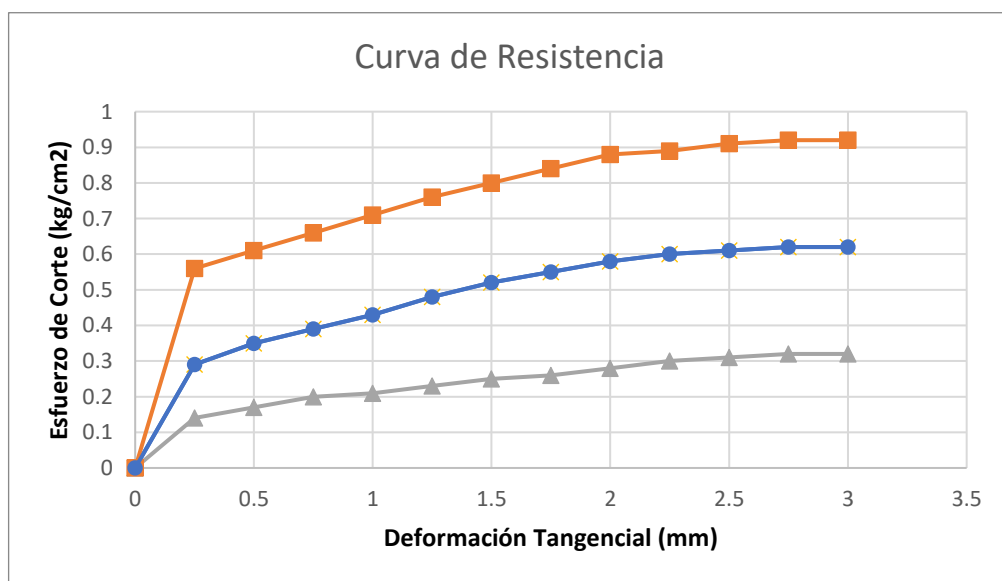


Figura 92 Curva de Resistencia C1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 93**

*Resultados Pruebas en Corte Directo C1-E3*

Resultados	Esfuerzo Normal en Kg/cm2	Esfuerzo Normal en kPa	Esfuerzo Cortante en Kg/cm2	Esfuerzo Cortante en kPa
Prueba 1	0.50	49.03	0.32	31.38
Prueba 2	1.00	98.07	0.62	60.80
Prueba 3	1.50	147.10	0.92	90.22

Fuente: Elaboración Propia

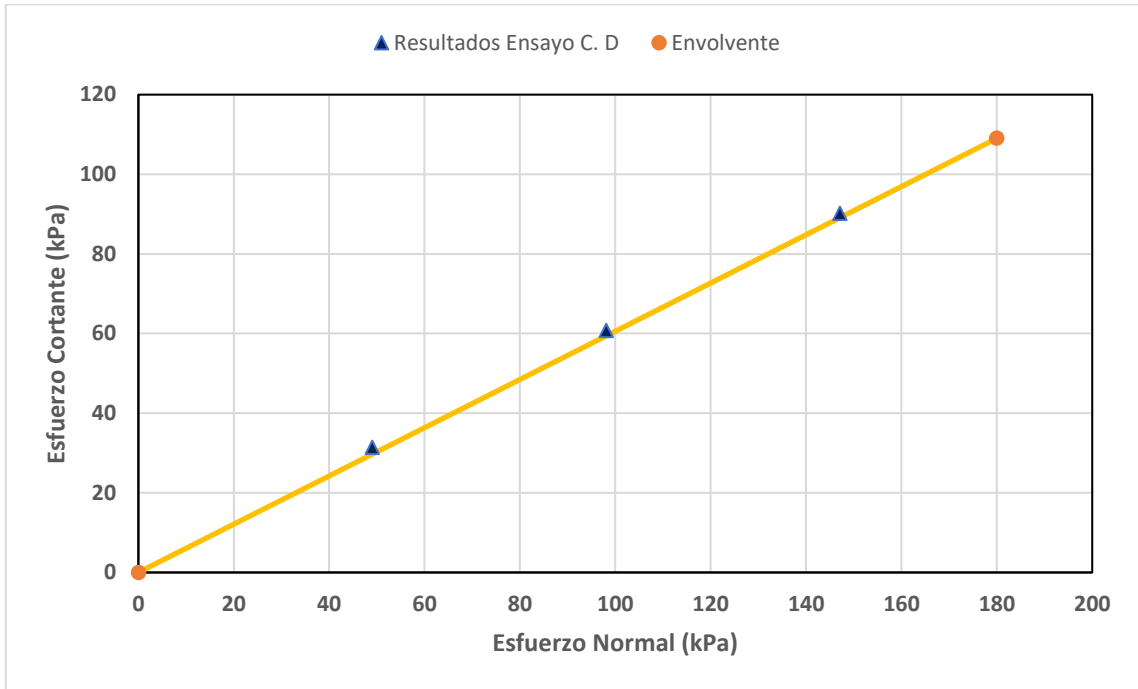


Figura 93 Resultados Ensayo Corte Directo C1-E3

Fuente: Elaboración Propia

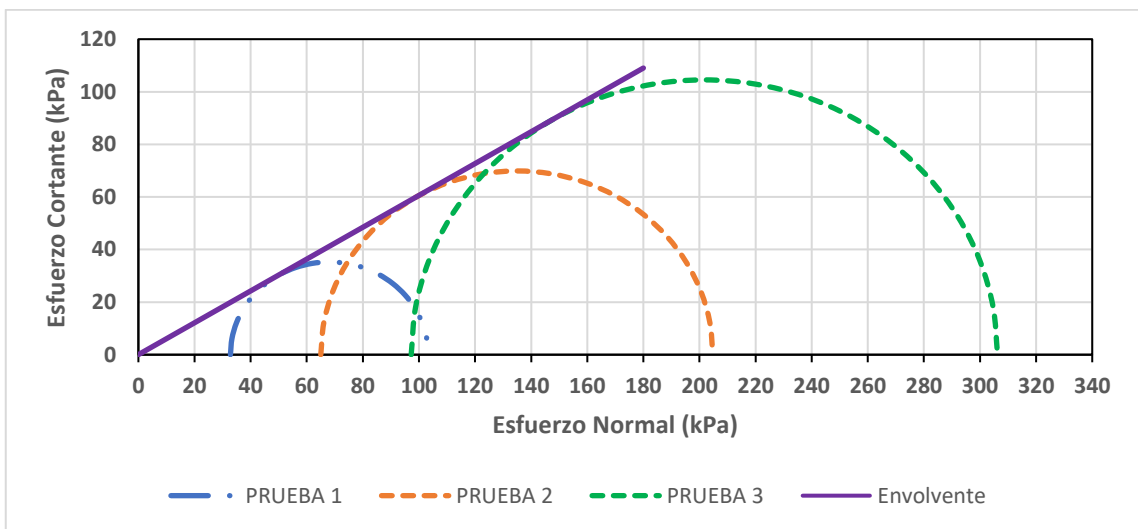


Figura 94 Circulo Mohr – Envolvente de Falla C1-E3

Fuente: Elaboración propia.

Se cumple la Envolvente " $\tau = c + \sigma \times \tan(\phi)$ ", para  $\phi = 31.2$  y  $c = 0.012$ .

5.1.6.1.2. *Calicata C3*

Muestra: C3-E3

SUCS: SP

Profundidad: 0.80m vel. (mm/min):0.5

Estado: Compactado Coef. Anillo: 0.306

**Tabla 94**

*Ensayo Corte Directo C3-E3, Carga 1*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	117.18
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm<sup>3</sup>)</b>	1.55
<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.61
<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.5
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.62	<b>Carga normal (kg)</b>	20
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	15	4.52	0.13
0.50	19	5.81	0.16
0.75	23	7.04	0.2
1.00	26	7.96	0.22
1.25	29	8.87	0.25
1.50	32	9.79	0.27
1.75	34	10.4	0.29
2.00	36	11.02	0.31
2.25	37	11.32	0.31
2.50	38	11.52	0.32
2.75	38	11.52	0.32
3.00			
3.25			
3.50			
3.75			
4.00			
4.25			
4.50			
4.75			
5.00			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 95***Ensayo Corte Directo C3-E3, Carga 2*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	117.18
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm3)</b>	1.55
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.75
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	1
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.76	<b>Carga normal (kg)</b>	40
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	31	9.63	0.27
0.50	39	11.93	0.33
0.75	46	14.08	0.39
1.00	51	15.61	0.43
1.25	55	16.83	0.47
1.50	60	18.36	0.51
1.75	65	19.89	0.55
2.00	69	21.11	0.59
2.25	72	22.03	0.61
2.50	74	22.68	0.63
2.75	74	22.68	0.63
3.00			
3.25			
3.50			
3.75			
4.00			
4.25			
4.50			
4.75			
5.00			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 96**

*Ensayo Corte Directo C3-E3, Carga 3*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	117.18
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm3)</b>	1.55
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.75
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	1.5
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.76	<b>Carga normal (kg)</b>	60
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	62	18.98	0.53
0.50	69	21.11	0.59
0.75	76	23.26	0.65
1.00	81	24.79	0.69
1.25	85	26.01	0.72
1.50	90	27.54	0.77
1.75	95	29.07	0.81
2.00	101	30.91	0.86
2.25	109	33.35	0.93
2.50	111	33.84	0.94
2.75	111	33.84	0.94
3.00			
3.25			
3.50			
3.75			
4.00			

Fuente: Elaboración Propia

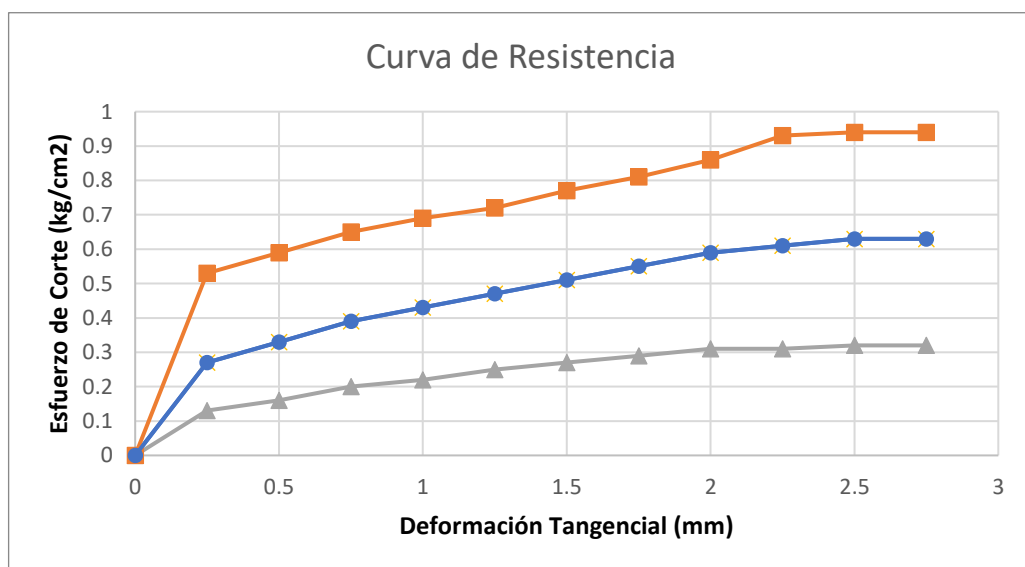


Figura 95 Curva de Resistencia C3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 97**

*Resultados Pruebas en Corte Directo C3-E3*

Resultados	Esfuerzo Normal en Kg/cm2	Esfuerzo Normal en kPa	Esfuerzo Cortante en Kg/cm2	Esfuerzo Cortante en kPa
Prueba 1	0.50	49.03	0.32	31.38
Prueba 2	1.00	98.07	0.63	61.78
Prueba 3	1.50	147.10	0.94	92.18

Fuente: Elaboración Propia

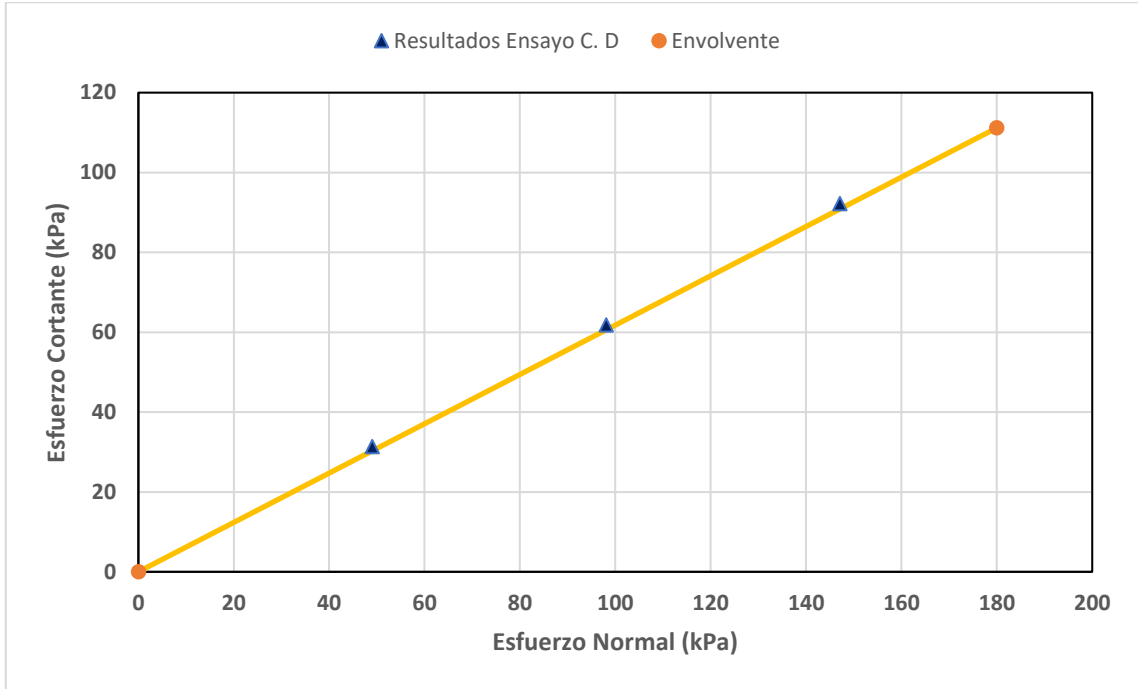


Figura 96 Resultados Ensayo Corte Directo C3-E3  
Fuente: Elaboración Propia

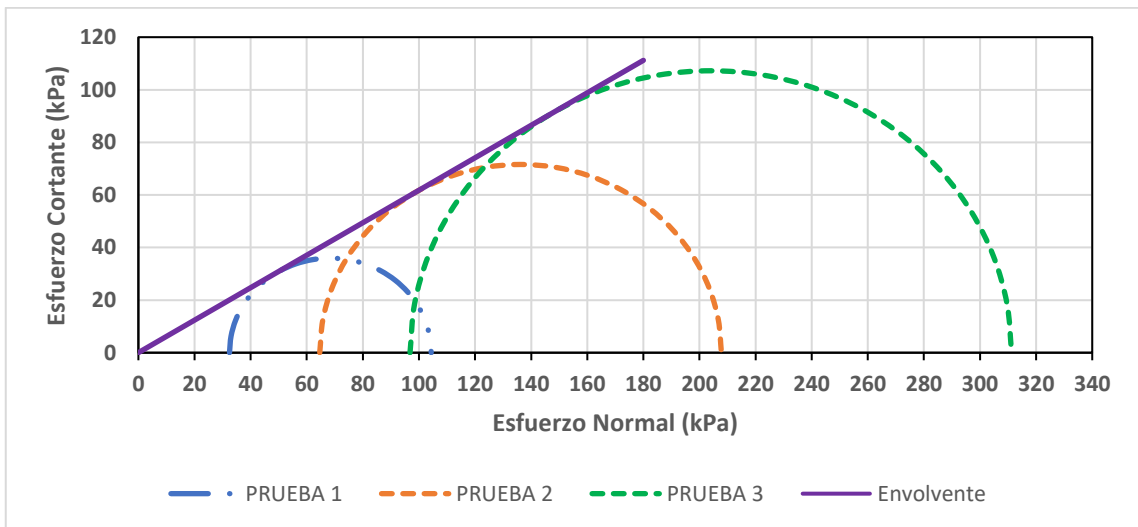


Figura 97 Circulo Mohr – Envolvente de Falla C3-E3  
Fuente: Elaboración Propia

Se cumple la Envolvente " $\tau = c + \sigma \times \tan(\phi)$ ", para  $\phi = 31.70$  y  $c = 0.013$

### 5.1.6.2. Resultados HH.UU. San Ignacio – Zona 11

#### 5.1.6.2.1. Calicata P1

Muestra: P1-E2                      SUCS: SW

Profundidad: 0.80m    vel. (mm/min): 0.5

Estado: Compactado    Coef. Anillo: 0.306

**Tabla 98**

*Ensayo Corte Directo P1-E2, Carga 1*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	114.16
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm3)</b>	1.51
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.83
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	0.5
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.84	<b>Carga normal (kg)</b>	20
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	17	5.1	0.14
0.50	22	6.73	0.19
0.75	26	7.96	0.22
1.00	28	8.57	0.24
1.25	30	9.18	0.26
1.50	32	9.79	0.27
1.75	34	10.4	0.29
2.00	36	11.02	0.31
2.25	37	11.32	0.31
2.50	38	11.63	0.32
2.75	39	11.88	0.33
3.00	39	11.88	0.33
3.25			
3.50			
3.75			
4.00			
4.25			
4.50			
4.75			
5.00			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 99***Ensayo Corte Directo P1-E2, Carga 2*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	114.16
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm3)</b>	1.51
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.83
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	1
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.84	<b>Carga normal (kg)</b>	40
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	38	11.6	0.32
0.50	44	13.46	0.37
0.75	50	15.3	0.43
1.00	55	16.83	0.47
1.25	59	18.05	0.5
1.50	64	19.58	0.54
1.75	68	20.81	0.58
2.00	70	21.42	0.6
2.25	73	22.34	0.62
2.50	75	22.95	0.64
2.75	76	23.4	0.65
3.00	76	23.4	0.65
3.25			
3.50			
3.75			
4.00			
4.25			
4.50			
4.75			
5.00			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 100**

*Ensayo Corte Directo P1-E2, Carga 3*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	114.16
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm3)</b>	1.51
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.83
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	1.5
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.84	<b>Carga normal (kg)</b>	60
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	71	21.65	0.6
0.50	77	23.56	0.65
0.75	83	25.4	0.71
1.00	88	26.93	0.75
1.25	93	28.46	0.79
1.50	98	29.99	0.83
1.75	103	31.52	0.88
2.00	107	32.74	0.91
2.25	111	33.97	0.94
2.50	113	34.58	0.96
2.75	114	34.92	0.97
3.00	114	34.92	0.97
3.25			
3.50			
3.75			
4.00			

Fuente: Elaboración Propia

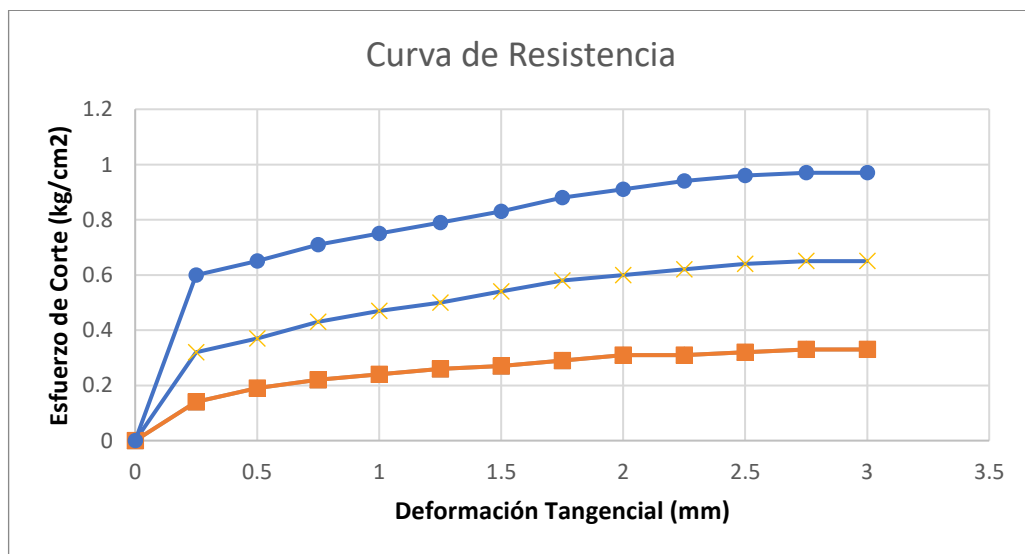


Figura 98 Curva de Resistencia P1  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 101**

*Resultados Pruebas en Corte Directo P1-E2*

Resultados	Esfuerzo Normal en Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo Normal en kPa	Esfuerzo Cortante en Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo Cortante en kPa
Prueba 1	0.50	49.03	0.33	32.36
Prueba 2	1.00	98.07	0.65	63.74
Prueba 3	1.50	147.10	0.97	95.12

Fuente: Elaboración Propia

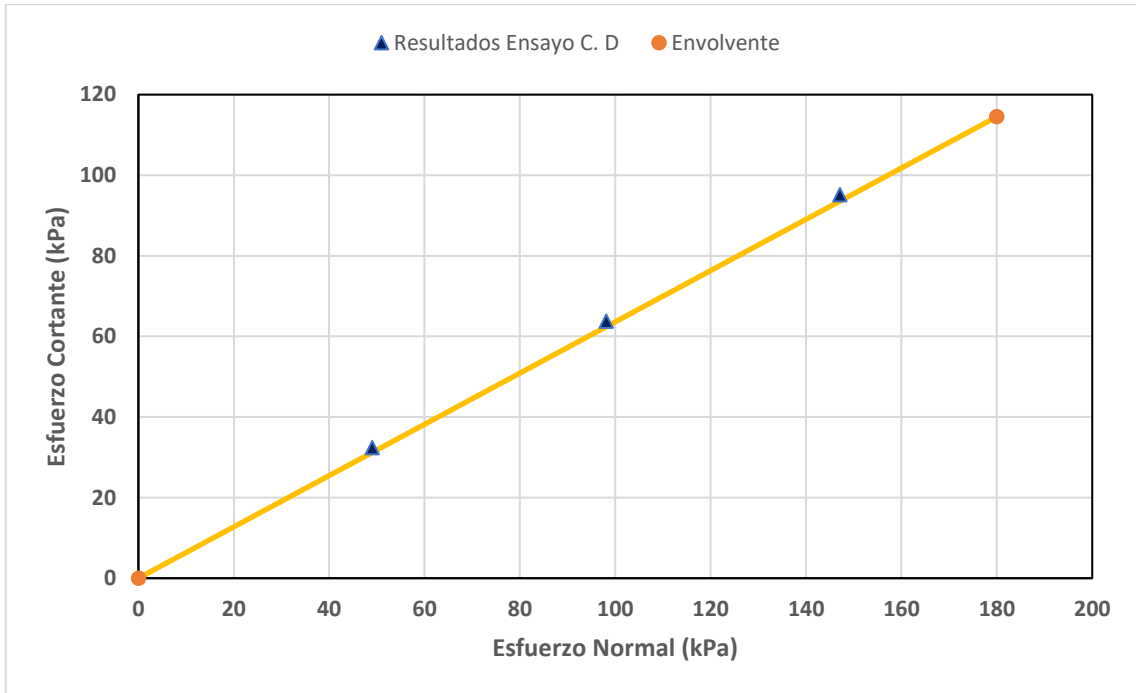


Figura 99 Resultados Ensayo Corte Directo P1-E2

Fuente: Elaboración Propia

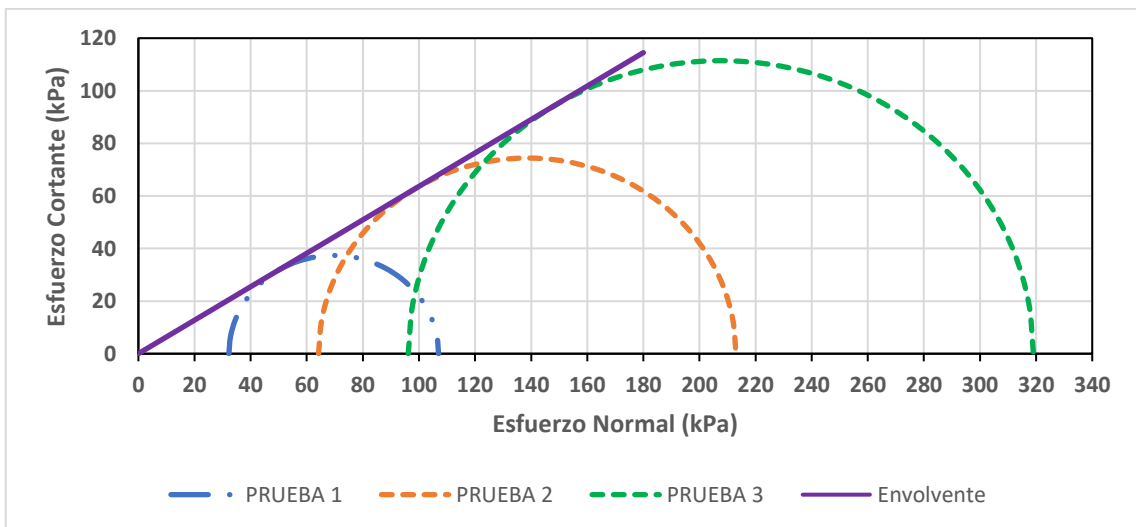


Figura 100 Circulo Mohr – Envolvente de Falla P1-E2

Fuente: Elaboración Propia

Se cumple la Envolvente " $\tau = c + \sigma \times \tan(\phi)$ ", para  $\phi = 32.46$  y  $c = 0.011$ .

5.1.6.2.1. *Calicata P2*

Muestra: P2-E2

SUCS: SP

Profundidad: 0.80m vel. (mm/min):0.5

Estado: Compactado Coef. Anillo: 0.306

**Tabla 102**

*Ensayo Corte Directo P2-E2, Carga 1*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	117.95
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm<sup>3</sup>)</b>	1.56
<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.62
<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.5
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.63	<b>Carga normal (kg)</b>	20
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	11	3.4	0.09
0.50	15	4.59	0.13
0.75	19	5.81	0.16
1.00	23	7.04	0.2
1.25	26	7.96	0.22
1.50	29	8.87	0.25
1.75	32	9.79	0.27
2.00	34	10.4	0.29
2.25	36	11.02	0.31
2.50	37	11.32	0.31
2.75	38	11.63	0.32
3.00	39	11.88	0.33
3.25	39	11.88	0.33
3.50			
3.75			
4.00			
4.25			
4.50			
4.75			
5.00			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 103***Ensayo Corte Directo P2-E2, Carga 2*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	117.95
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm3)</b>	1.56
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.62
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	1
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.63	<b>Carga normal (kg)</b>	40
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	21	6.5	0.18
0.50	27	8.26	0.23
0.75	33	10.1	0.28
1.00	40	12.24	0.34
1.25	46	14.08	0.39
1.50	52	15.91	0.44
1.75	60	18.36	0.51
2.00	64	19.58	0.54
2.25	69	21.11	0.59
2.50	73	22.34	0.62
2.75	76	23.26	0.65
3.00	78	23.76	0.66
3.25	78	23.76	0.66
3.50			
3.75			
4.00			
4.25			
4.50			
4.75			
5.00			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 104**

*Ensayo Corte Directo P2-E2, Carga 3*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	117.95
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm<sup>3</sup>)</b>	1.56
<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	0.62
<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	1.5
<b>Hum. Inicial (%)</b>	0.63	<b>Carga normal (kg)</b>	60
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	48	14.83	0.41
0.50	54	16.52	0.46
0.75	61	18.67	0.52
1.00	68	20.81	0.58
1.25	76	23.26	0.65
1.50	83	25.4	0.71
1.75	89	27.23	0.76
2.00	95	29.07	0.81
2.25	102	31.21	0.87
2.50	106	32.44	0.9
2.75	110	33.66	0.94
3.00	113	34.56	0.96
3.25	113	34.56	0.96
3.50			
3.75			
4.00			

Fuente: Elaboración Propia

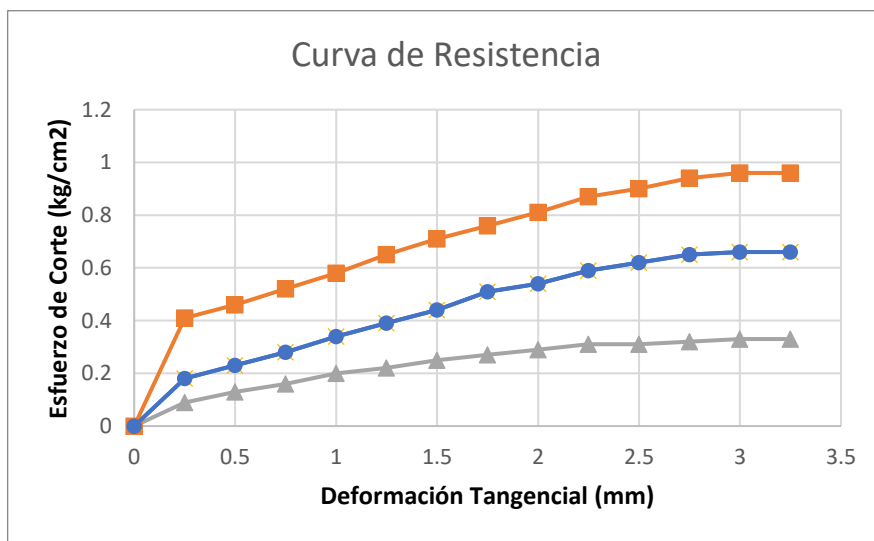


Figura 101 Curva de Resistencia P2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 105**

*Resultados Pruebas en Corte Directo P2-E2*

Resultados	Esfuerzo Normal en Kg/cm2	Esfuerzo Normal en kPa	Esfuerzo Cortante en Kg/cm2	Esfuerzo Cortante en kPa
Prueba 1	0.50	49.03	0.33	32.36
Prueba 2	1.00	98.07	0.66	64.72
Prueba 3	1.50	147.10	0.96	94.14

Fuente: Elaboración Propia

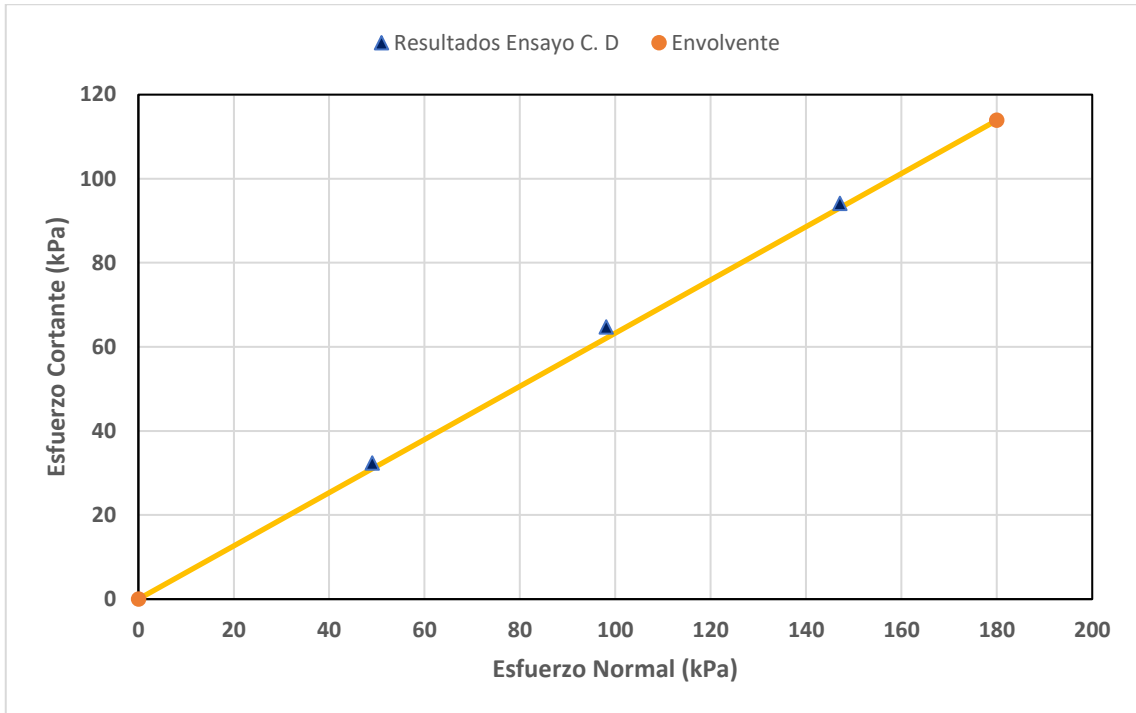


Figura 102 Resultados Ensayo Corte Directo P2-E2

Fuente: Elaboración Propia

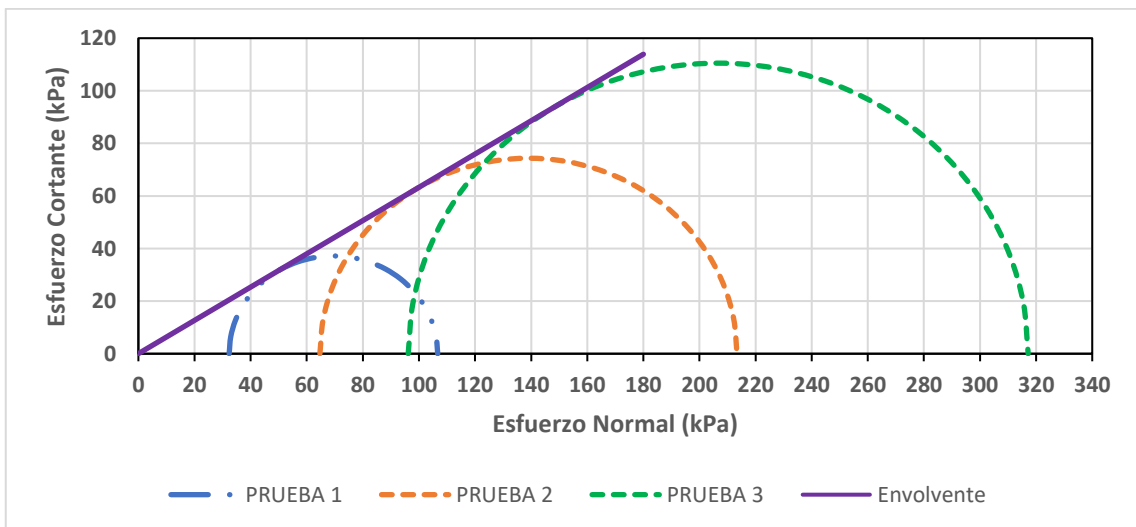


Figura 103 Círculo Mohr – Envolvente de Falla P2-E2

Fuente: Elaboración Propia

Se cumple la Envolvente " $\tau = c + \sigma \times \tan(\phi)$ ", para  $\phi = 32.32$  y  $c = 0.013$ .

5.1.6.2.1. *Calicata P3*

Muestra: P3-E1                      SUCS: SM

Profundidad: 0.80m    vel. (mm/min):0.5

Estado: Compactado    Coef. Anillo: 0.306

**Tabla 106**

*Ensayo Corte Directo P3-E1, Carga 1*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	127
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm<sup>3</sup>)</b>	1.68
<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	1.57
<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.5
<b>Hum. Inicial (%)</b>	1.6	<b>Carga normal (kg)</b>	20
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Desp Horizontal</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	21	6.5	0.18
0.50	24	7.21	0.2
0.75	25	7.76	0.22
1.00	27	8.31	0.23
1.25	28	8.6	0.24
1.50	29	9	0.25
1.75	31	9.5	0.26
2.00	32	9.7	0.27
2.25	34	10.35	0.29
2.50	36	10.88	0.3
2.75	37	11.2	0.31
3.00	38	11.68	0.32
3.25	38	11.68	0.32
3.50			
3.75			
4.00			
4.25			
4.50			
4.75			
5.00			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 107***Ensayo Corte Directo P3-E2, Carga 2*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	127
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm3)</b>	1.68
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	1.57
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	1
<b>Hum. Inicial (%)</b>	1.6	<b>Carga normal (kg)</b>	40
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	51	15.56	0.43
0.50	56	17.02	0.47
0.75	58	17.75	0.49
1.00	60	18.5	0.51
1.25	62	19.1	0.53
1.50	64	19.7	0.55
1.75	65	19.98	0.56
2.00	67	20.51	0.57
2.25	69	21.13	0.59
2.50	70	21.56	0.6
2.75	72	22.03	0.61
3.00	75	22.82	0.63
3.25	75	22.82	0.63
3.50			
3.75			
4.00			
4.25			
4.50			
4.75			
5.00			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 108**

*Ensayo Corte Directo P3-E2, Carga 1*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	127
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm<sup>3</sup>)</b>	1.68
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	1.57
<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	1.5
<b>Hum. Inicial (%)</b>	1.6	<b>Carga normal (kg)</b>	60
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	70	21.56	0.6
0.50	74	22.72	0.63
0.75	80	24.6	0.68
1.00	85	26.1	0.73
1.25	89	27.2	0.76
1.50	93	28.32	0.79
1.75	94	28.9	0.8
2.00	97	29.8	0.83
2.25	104	31.68	0.88
2.50	106	32.5	0.9
2.75	108	33.12	0.92
3.00	111	33.97	0.94
3.25	111	33.97	0.94
3.50			
3.75			

Fuente: Elaboración Propia

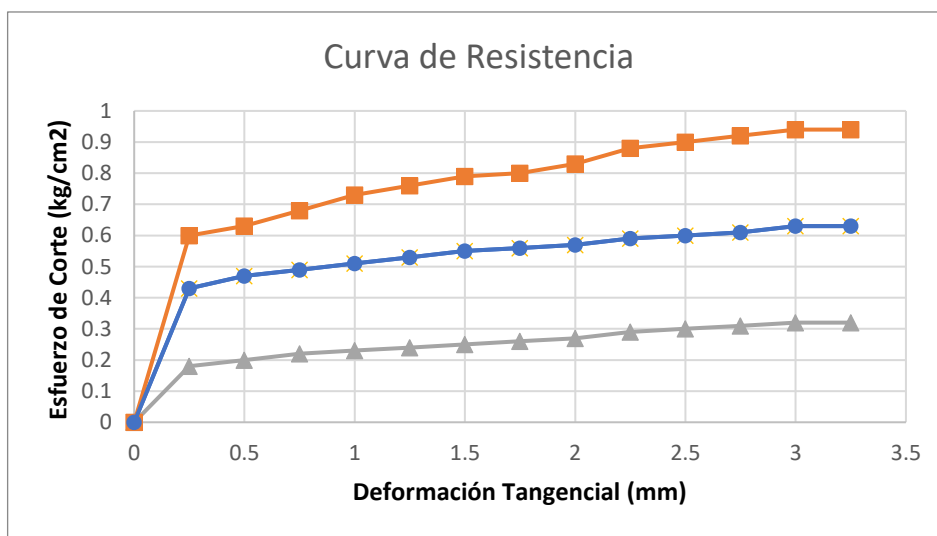


Figura 104 Curva de Resistencia P3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 109**

*Resultados Pruebas en Corte Directo P3-E2*

Resultados	Esfuerzo Normal en Kg/cm2	Esfuerzo Normal en kPa	Esfuerzo Cortante en Kg/cm2	Esfuerzo Cortante en kPa
Prueba 1	0.50	49.03	0.32	31.38
Prueba 2	1.00	98.07	0.63	61.78
Prueba 3	1.50	147.10	0.94	92.18

Fuente: Elaboración Propia

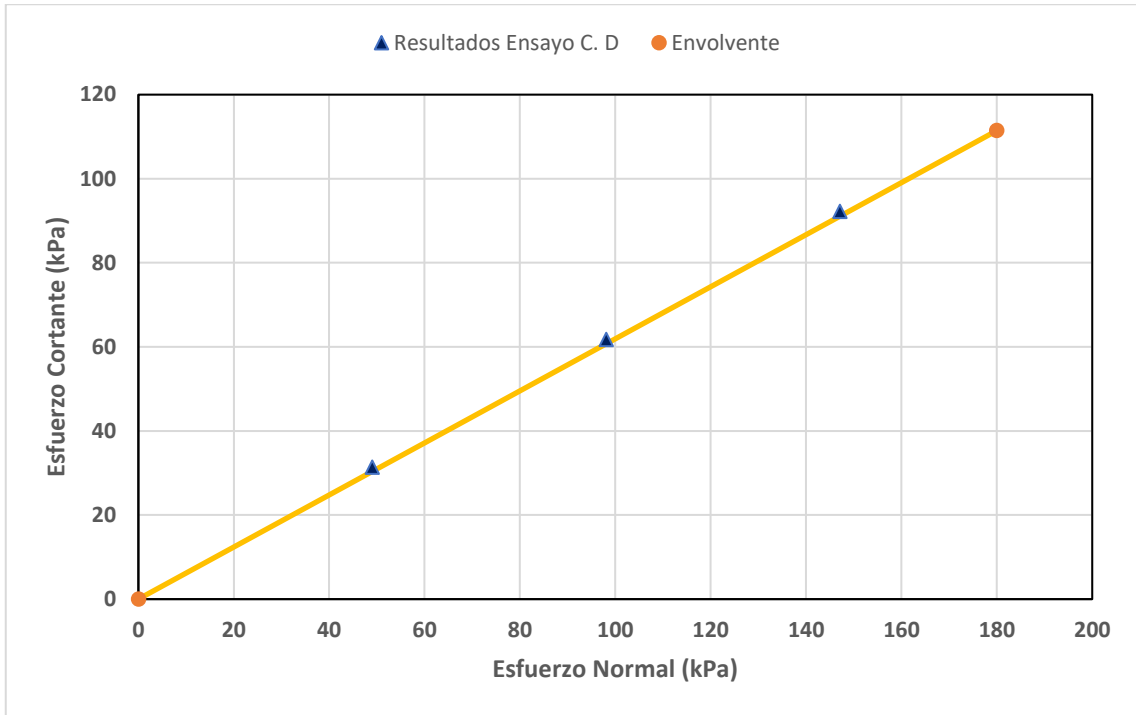


Figura 105 Resultados Ensayo Corte Directo P3-E2

Fuente: Elaboración Propia

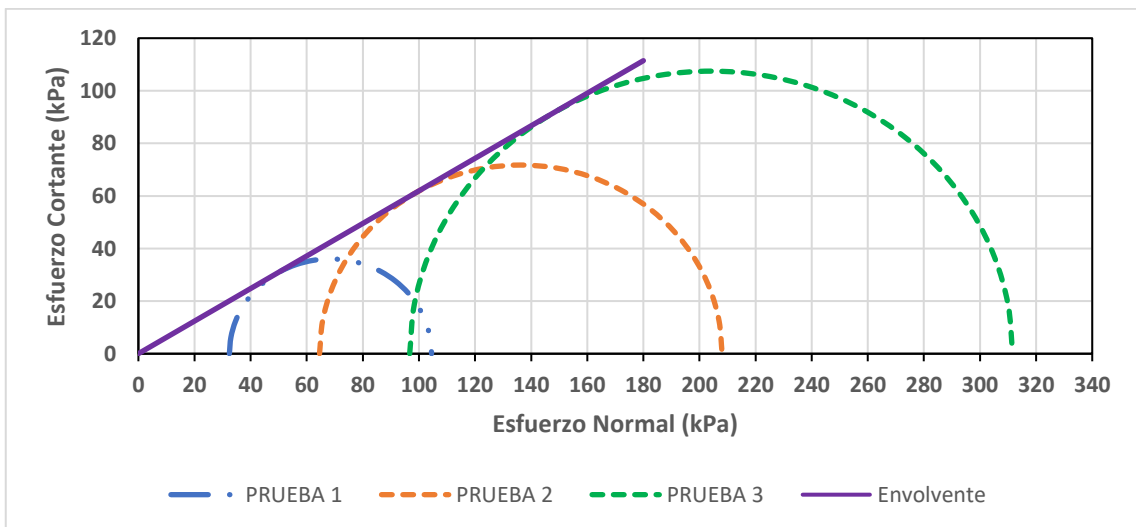


Figura 106 Circulo Mohr – Envolvente de Falla P3-E2

Fuente: Elaboración Propia

Se cumple la Envolvente " $\tau = c + \sigma \times \tan(\phi)$ ", para  $\phi = 31.76$  y  $c = 0.015$ .

5.1.6.2.1. *Calicata P4*

Muestra: P4-E1

SUCS: SM

Profundidad: 0.8

vel. (mm/min): 0.5

Estado: Compactado Coef. Anillo: 0.306

**Tabla 110**

*Ensayo Corte Directo P4-E1, Carga 1*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	122.47
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm<sup>3</sup>)</b>	1.62
<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	1.56
<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.5
<b>Hum. Inicial (%)</b>	1.58	<b>Carga normal (kg)</b>	20
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	15	4.52	0.13
0.50	19	5.8	0.16
0.75	21	6.56	0.18
1.00	25	7.52	0.21
1.25	27	8.14	0.23
1.50	28	8.44	0.23
1.75	29	8.92	0.25
2.00	30	9.2	0.26
2.25	32	9.8	0.27
2.50	33	10.12	0.28
2.75	34	10.54	0.29
3.00	37	11.21	0.31
3.25	38	11.52	0.32
3.50	38	11.52	0.32
3.75	0		0
4.00	0		0
4.25	0		0
4.50	0		0
4.75	0		0
5.00	0		0

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 111***Ensayo Corte Directo P4-E1, Carga 2*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	122.47
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm3)</b>	1.62
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	1.56
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	1
<b>Hum. Inicial (%)</b>	1.58	<b>Carga normal (kg)</b>	40
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	32	9.82	0.27
0.50	36	11.02	0.31
0.75	40	12.24	0.34
1.00	43	13.16	0.37
1.25	46	14.08	0.39
1.50	50	15.3	0.43
1.75	55	16.83	0.47
2.00	60	18.36	0.51
2.25	66	20.2	0.56
2.50	69	21.11	0.59
2.75	71	21.73	0.6
3.00	72	22.03	0.61
3.25	73	22.32	0.62
3.50	73	22.32	0.62
3.75	0		0
4.00	0		0
4.25	0		0
4.50	0		0
4.75	0		0
5.00	0		0

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 112**

*Ensayo Corte Directo P4-E1, Carga 3*

<b>Longitud (cm)</b>	6	<b>Peso muestra (gr)</b>	122.47
<b>Altura (cm)</b>	2	<b>Densidad (kg/cm3)</b>	1.62
<b>Area (cm2)</b>	36	<b>Hum final (%)</b>	1.56
<b>Volumen (cm3)</b>	72	<b>Esf. Normal (kg/cm2)</b>	1.5
<b>Hum. Inicial (%)</b>	1.58	<b>Carga normal (kg)</b>	60
<b>Def. Tang. (mm)</b>	<b>Def. H</b>	<b>Fuerza de Corte</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>
0.00	0	0	0
0.25	63	19.31	0.54
0.50	68	20.81	0.58
0.75	72	22.03	0.61
1.00	76	23.26	0.65
1.25	80	24.48	0.68
1.50	84	25.7	0.71
1.75	88	26.93	0.75
2.00	92	28.15	0.78
2.25	96	29.38	0.82
2.50	101	30.91	0.86
2.75	105	32.13	0.89
3.00	107	32.74	0.91
3.25	108	33.12	0.92
3.50	108	33.12	0.92
3.75	0		0
4.00	0		0

Fuente: Elaboración Propia

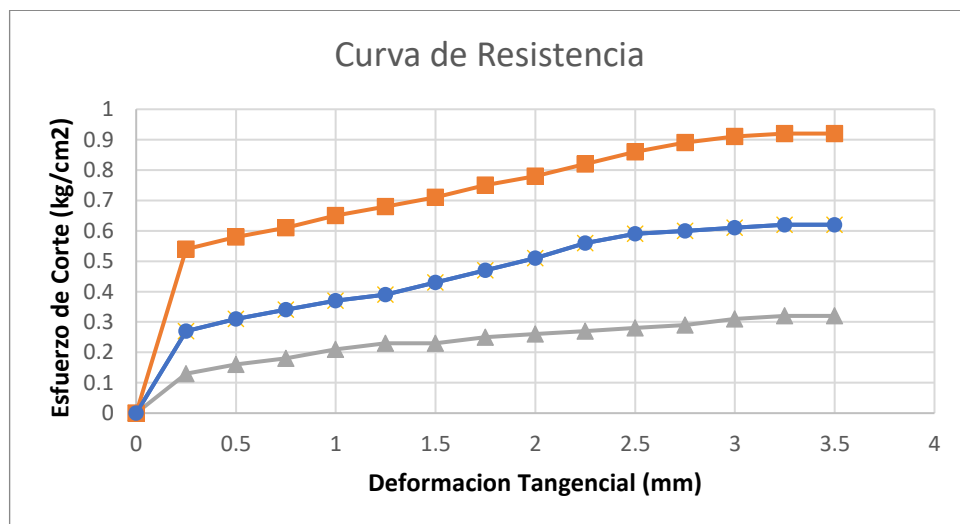


Figura 107 Curva de Resistencia P4

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 113**

*Resultados Pruebas en Corte Directo P4-E1*

Resultados	Esfuerzo Normal en Kg/cm2	Esfuerzo Normal en kPa	Esfuerzo Cortante en Kg/cm2	Esfuerzo Cortante en kPa
Prueba 1	0.50	49.03	0.32	31.38
Prueba 2	1.00	98.07	0.62	60.80
Prueba 3	1.50	147.10	0.92	90.22

Fuente: Elaboración Propia

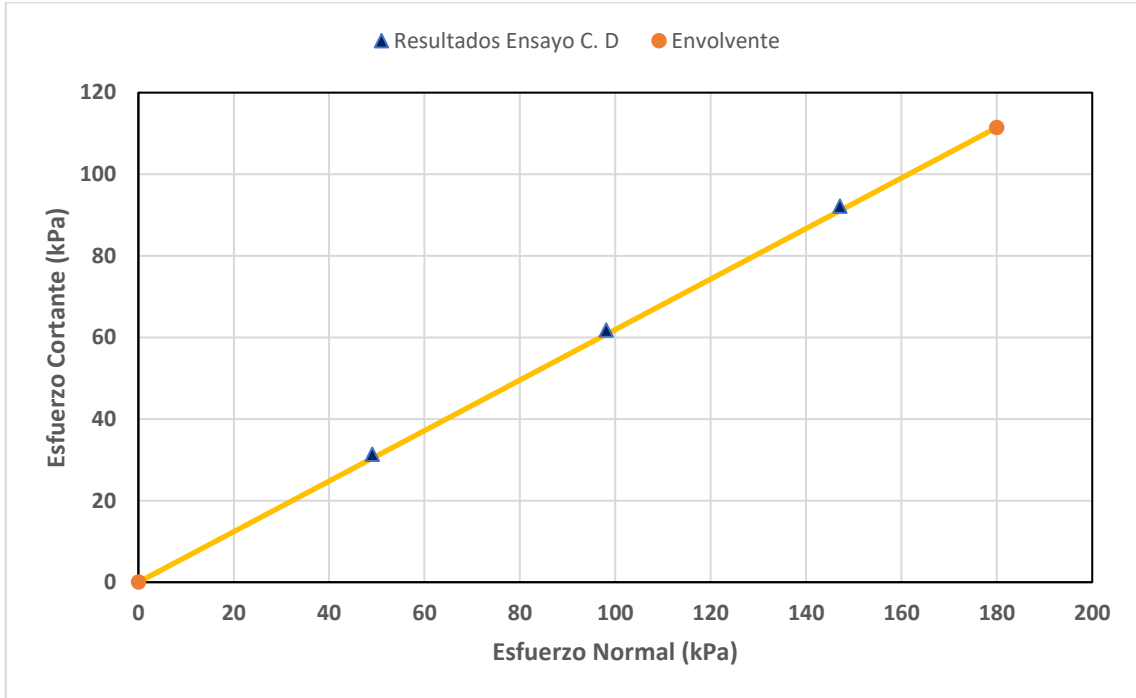


Figura 108 Resultados Ensayo Corte Directo P4-E1

Fuente: Elaboración Propia

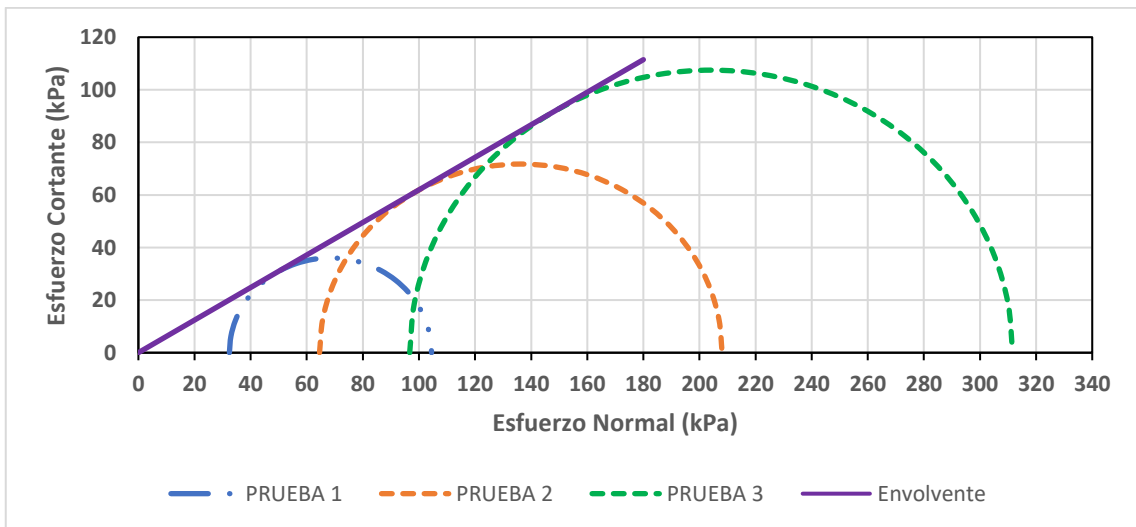


Figura 109 Círculo Mohr – Envolvente de Falla P3-E2

Fuente: Elaboración Propia

Se cumple la Envolvente " $\tau = c + \sigma \times \tan(\phi)$ ", para  $\phi = 31.13$  y  $c = 0.0176$ .

### 5.1.7. Resultados del Ensayo de Penetrómetro Dinámico Ligero

#### 5.1.7.1. Referente a la teoría de Peck, Hanson y Thornnurn

**Tabla 114** Cuadro Datos de Equipos de Penetración

REFERENTE A LA TEORÍA DE PECK, HANSON Y THORNNURN		
Tipo de Penetrómetro	DPL	SPT
Peso de Martillo W (kg)	10	63.5
Altura de Caída H (cm)	50	76.2
Área de Punta A (cm <sup>2</sup> )	4.82	20.27
Espesor de Hince E (cm)	30	30

Fuente: Elaboración Propia

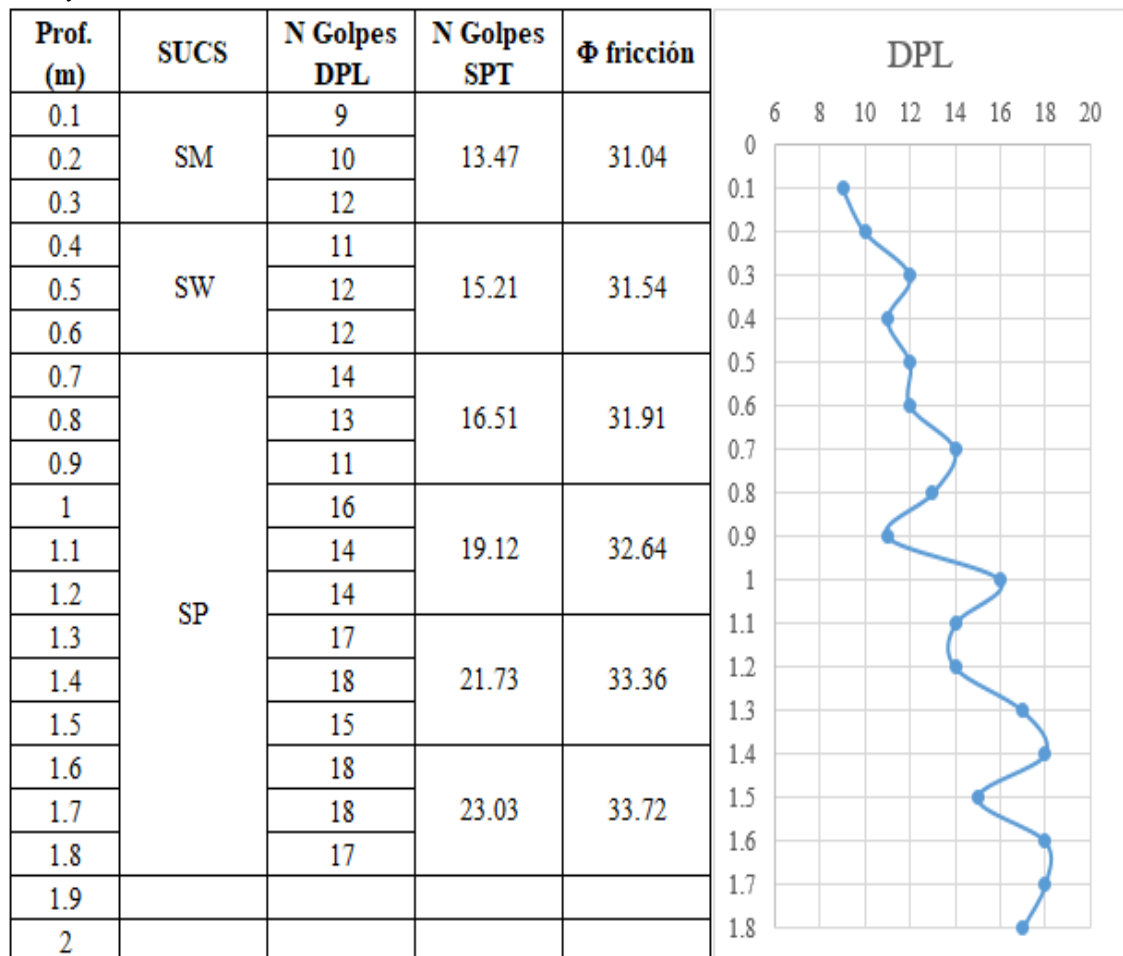
#### 5.1.7.2. Resultados en AA. HH. Los Rosales – Zona 12

##### 5.1.7.2.1. Calicata C2

Muestra: C2-E3, Profundidad: 0.80m.

**Tabla 115**

Ensayo DPL en Calicata C2-E3



Fuente: Elaboración Propia

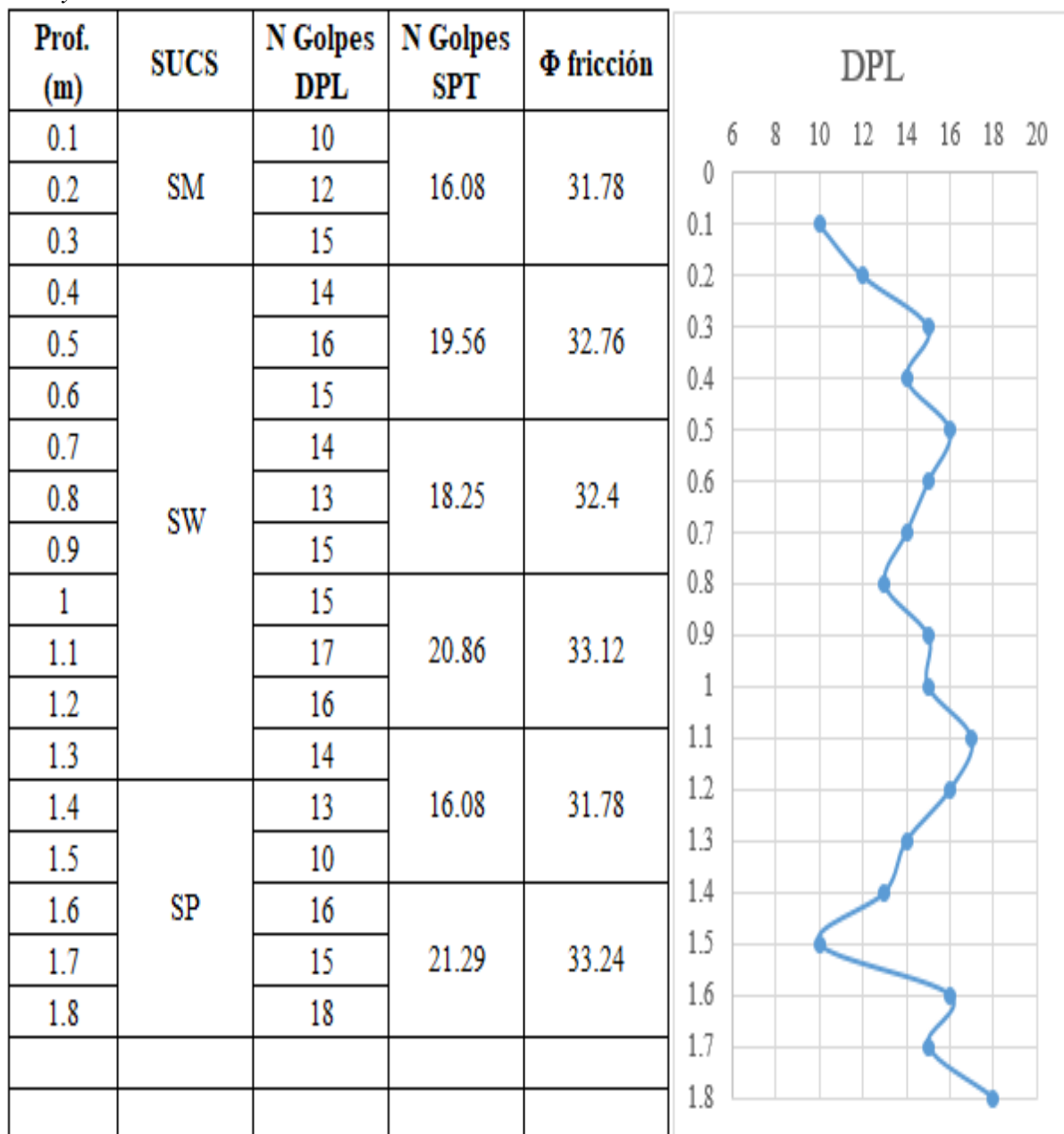
5.1.7.2.2. Calicata C4.

Muestra: C4-E2

Profundidad: 0.80m

**Tabla 116**

*Ensayo DPL en Calicata C4-E2*



Fuente: Elaboración Propia

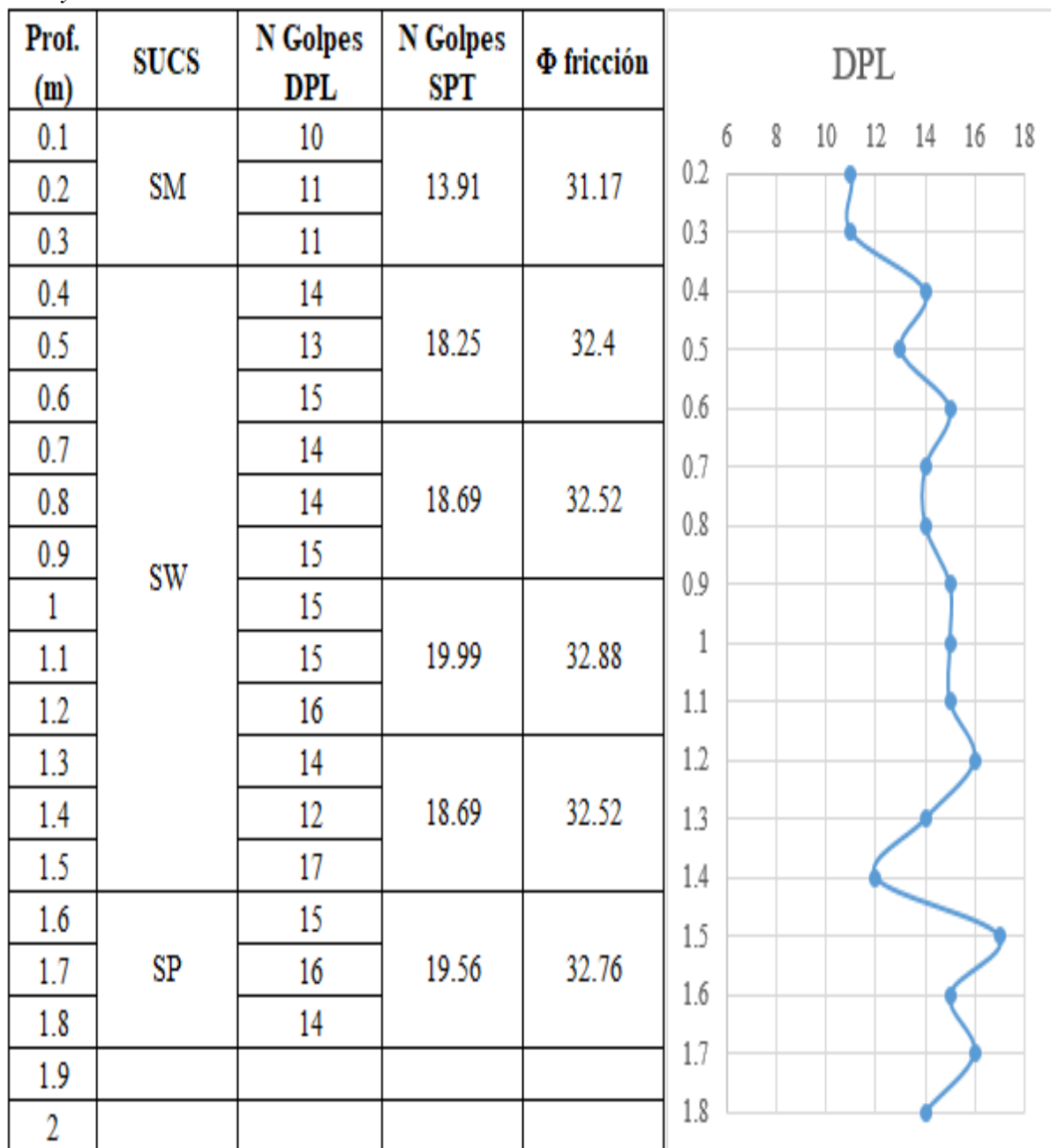
5.1.7.2.3. Calicata C5

Muestra: C5-E2

Profundidad: 0.80m

**Tabla 117**

*Ensayo DPL en Calicata C5-E2*



Fuente: Elaboración Propia

5.1.8. Estratigrafía de la Zona de Trabajo

5.1.8.1. Estratigrafía en AA. HH. Los Rosales – Zona 12

Sondeo: C-1, Técnica de Exploración: Calicata, Nivel Freático: N.D.

Coordenadas: X=425717.5980 Y=8448554.9917

Tabla 118

Estratigrafía C-1

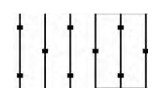
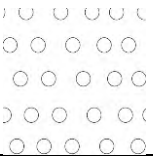

PROF (m)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	SUCS	ASSHTO	CONSTANTES FISICAS				DESCRIPCION	MUESTREO	
					LL	LP	IP	W		TIPO	N°
0.00											
	1		SM		23.04	20.71	2.325	1.518	Arena Limosa de color marrón claro, aparentemente compactada	Mab	1
0.50	2		SW					0.743	Arena Bien graduada, color gris claro, la forma de las partículas iban de sub redondeadas a redondeadas	Mab	1
1.00	3		SP					0.727	Arena pobremente graduada, de color gris claro, con partículas de forma redondeadas a sub redondeadas	Mab	1
1.50											
2.00											
2.50											
3.00											

Fuente: Elaboración Propia

Sondeo: C-2, Técnica de Exploración: Calicata, Nivel Freático: N.D.

Coordenadas: X=425802.9780 Y=8448623.7431

**Tabla 119**  
*Estratigrafía C-2*

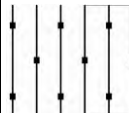
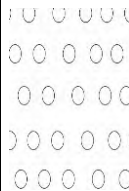
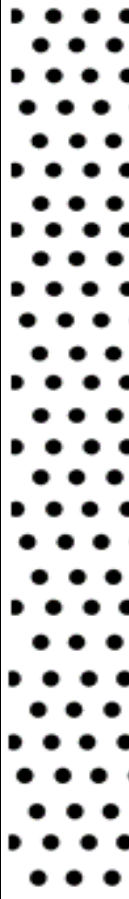
PROF (m)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	SUCS	ASSHTO	CONSTANTES FISICAS				DESCRIPCION	MUESTREO	
					LL	LP	IP	W		TIPO	N°
0.00											
	1		SM		22.47	19.375	3.095	1.577	Arena Limosa de color marrón claro, aparentemente compactada	Mab	1
0.50	2		SW					0.607	Arena Bien graduada, color gris claro, la forma de las partículas iban de sub redondeadas a redondeadas	Mab	1
1.00	3		SP					0.737	Arena pobremente graduada, de color gris claro, con partículas de forma redondeadas a sub redondeadas	Mab	1
1.50											
2.00											
2.50											
3.00											

Fuente: Elaboración Propia

Sondeo: C-3, Técnica de Exploración: Calicata, Nivel Freático: N.D.

Coordenadas: X=425802.9780 Y=8448623.7431

Tabla 120  
Estratigrafía C-3

PROF (m)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	SUCS	ASSHTO	CONSTANTES FISICAS				DESCRIPCION	MUESTREO	
					LL	LP	IP	W		TIPO	N°
0.00											
	1		SM		19.25	17.16	2.090	1.586	Arena Limosa de color marrón claro, aparentemente compactada.	Mab	1
0.50	2		SW					0.766	Arena Bien graduada, color gris claro, la forma de las partículas iban de sub redondeadas a redondeadas.	Mab	1
1.00	3		SP					0.616	Arena pobremente graduada, de color gris claro, con partículas de forma redondeadas a sub redondeadas.	Mab	1
1.50											
2.00											
2.50											
3.00											

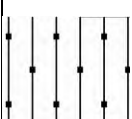
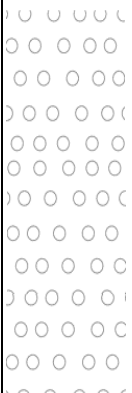
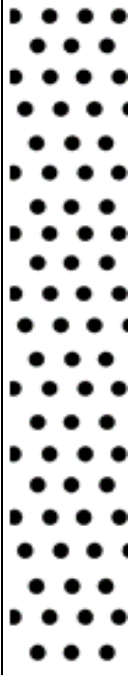
Fuente: Elaboración Propia

Sondeo: C-4, Técnica de Exploración: Calicata, Nivel Freático: N.D.

Coordenadas: X=425944.9648 Y=8448539.6855

Tabla 121

Estratigrafía C-4

PROF (m)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	SUCS	ASSHTO	CONSTANTES FISICAS				DESCRIPCION	MUESTREO	
					LL	LP	IP	W		TIPO	N°
0.00											
	1		SM		20.78	17.71	3.070	1.572	Arena Limosa, de color marrón claro, va de 0.00m a 0.30m de profundidad	Mab	1
0.50											
	2		SW					0.814	Arena bien graduada, de color gris claro, predominan partículas de forma redondeada a subredondeada, va de 0.30m a 1.30m de profundidad	Mab	1
1.00											
	3		SP					1.704	Arena pobremente graduada, de color gris claro, con partículas de forma redondeadas a subredondeadas, abarca desde los 1.30m hasta 3.00m de profundidad	Mab	1
1.50											
2.00											
2.50											
3.00											

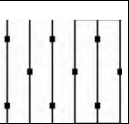

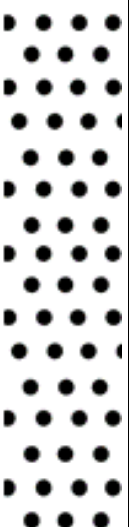
Fuente: Elaboración Propia

Sondeo: C-5, Técnica de Exploración: Calicata, Nivel Freático: N.D.

Coordenadas: X=425944.9648 Y=8448539.6855

Tabla 122

Estratigrafía C-5

PROF (m)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	SUCS	ASSHTO	CONSTANTES FISICAS				DESCRIPCION	MUESTREO	
					LL	LP	IP	W		TIPO	N°
0.00											
	1		SM		22.92	20.71	2.205	1.704	Arena Limosa, ligeramente compactada, de color marrón claro, va desde los 0.00m a 0.30m de profundidad	Mab	1
0.50											
	2		SW					1.858	Arena bien graduada, de color gris claro, predominan partículas de forma redondeada a subredondeada, va de 0.30m a 1.65m de profundidad	Mab	1
1.00											
	3		SP					1.667	Arena pobremente graduada, de color gris claro, con partículas de forma redondeadas a subredondeadas, abarca desde los 1.65m hasta 3.00m de profundidad	Mab	1
1.50											
2.00											
2.50											
3.00											

Fuente: Elaboración Propia

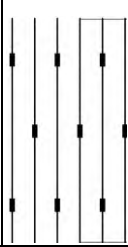
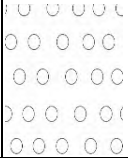
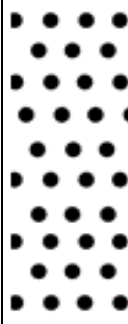
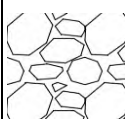
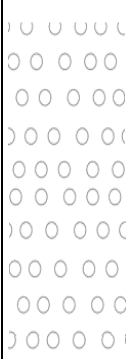
5.1.8.1. Estratigrafía en HH.UU. San Ignacio – Zona 11

Sondeo: P-1, Técnica de Exploración: Calicata, Nivel Freático: N.D.

Coordenadas: X=425200.8533 Y=8449210.2679

Tabla 123

Estratigrafía P-1

PROF (m)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	SUCS	ASSHTO	CONSTANTES FISICAS				DESCRIPCION	MUESTREO	
					LL	LP	IP	W		TIPO	N°
0.00											
0.50	1		SM		16.79	13.91	2.980	1.523	Estrato de color marrón claro, ligeramente compactada, con una profundidad que va desde 0.00m hasta 0.55m	Mab	1
1.00	2		SW					0.847	Estrato de color gris claro, Arena bien graduada con partículas de formas sub redondeadas, va desde los 0.55m hasta 1.00m	Mab	1
1.50	3		SP					0.579	Arena pobremente graduada de color gris, con partículas que van desde redondeadas a subredondeada, profundidad de 1.00m hasta 1.80m.	Mab	1
2.00	4		GW					1.213	De espesor 30cm, desde los 1.80 hasta 2.10m de profundidad, grava pobremente graduada	Mab	1
2.50	5		SW					1.295	Arena bien graduada, de color gris claro, predominan partículas de forma redondeada a subredondeada, va de 2.10m a 3.00m de profundidad	Mab	1
3.00											

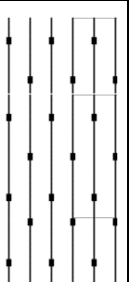
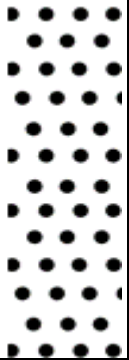
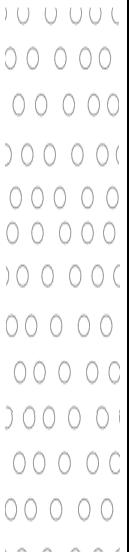
Fuente: Elaboración Propia

Sondeo: P-2, Técnica de Exploración: Calicata, Nivel Freático: N.D.

Coordenadas: X=425276.9232 Y=8449185.2649

Tabla 124

Estratigrafía P-2

PROF (m)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	SUCS	ASSHTO	CONSTANTES FISICAS				DESCRIPCION	MUESTREO	
					LL	LP	IP	W		TIPO	N°
0.00											
0.50	1		SM		14.65	12.13	2.52	1.544	Arena limosa, de color marrón claro, ligeramente compactada, con una profundidad desde los 0.00m hasta los 0.70m.	Mab	1
1.00	2		SP					0.636	Arena pobremente graduada, de color gris claro, presenta partículas con formas sub redondeadas, profundidad desde 0.70m hasta 1.60m.	Mab	1
1.50											
2.00	3		SW					0.563	Arena bien graduada, color gris claro, con partículas de forma redondeada o subredadas, con una profundidad marcada desde 1.60m hasta 3.00m.	Mab	1
2.50											
3.00											

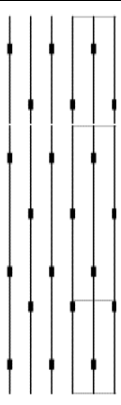


Fuente: Elaboración Propia

Sondeo: P-3, Técnica de Exploración: Calicata, Nivel Freático: N.D.

Coordenadas: X=425342.0423 Y=8449220.8776

Tabla 125

Estratigrafía P-3

PROF (m)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	SUCS	ASSHTO	CONSTANTES FISICAS				DESCRIPCION	MUESTREO	
					LL	LP	IP	W		TIPO	N°
0.00											
0.50	1		SM		15.68	13.81	1.870	1.629	Arena limosa, de color marrón claro, ligeramente compactada, con una profundidad desde los 0.00m hasta los 0.95m.	Mab	1
1.00											
1.50	2		SP					0.566	Arena pobremente graduada, de color gris claro, presenta partículas con formas sub redondeadas, profundidad desde 0.95m hasta 1.85m.	Mab	1
2.00											
2.50	3		SW					0.555	Arena bien graduada, color gris claro, con partículas de forma redondeada o subredadas, con una profundidad marcada desde 1.85m hasta 3.00m.	Mab	1
3.00											

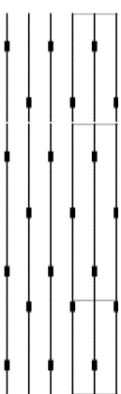
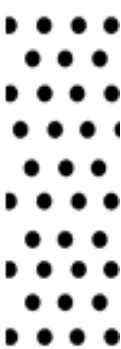
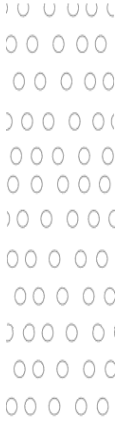
Fuente: Elaboración Propia

Sondeo: P-4, Técnica de Exploración: Calicata, Nivel Freático: N.D.

Coordenadas: X=425427.2030 Y=8449192.3382

Tabla 126

Estratigrafía P-4

PROF (m)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	SUCS	ASSHTO	CONSTANTES FISICAS				DESCRIPCION	MUESTREO	
					LL	LP	IP	W		TIPO	N°
0.00											
0.50	1		SM		15.56	13.33	2.230	1.577	Arena limosa, de color marrón claro, ligeramente compactada, con una profundidad desde los 0.00m hasta los 1.00m.	Mab	1
1.00											
1.50	2		SP					0.647	Arena pobremente graduada, de color gris claro, presenta partículas con formas sub redondeadas, profundidad desde 1.00m hasta 1.95m.	Mab	1
2.00											
2.50	3		SW					0.646	Arena bien graduada, color gris claro, con partículas de forma redondeada o subredadas, con una profundidad marcada desde 1.95m hasta 3.00m.	Mab	1
3.00											

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.9. Cálculo de la Capacidad Portante

#### 5.1.9.1. Resultados con la Formula de Terzhagui

$$Q_u = C \times N_c + Y_s \times D_f \times N_q + 0.5 \times Y_s \times B \times N_y$$

$$Q_{adm} = \frac{Q_u}{FS}$$

Donde:

$Q_u$  = carga última

$C$  = cohesión

$Y_s$  = densidad natural del suelo

$D_f$  = cota de fundación

$B$  = ancho de fundación

$FS$  = Facto de Seguridad

Factores de Carga:

$N_c, N_q, N_y$  obtenidas de tabla

#### 5.1.9.2. Resultados en AA.HH. Los Rosales – Zona 12

##### 5.1.9.2.1. Resultados Calicata C1

Datos:

$$\emptyset = 31.2$$

$$C = 0.012$$

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

$$Y_s = 1.52\text{kg/cm}^3$$

$$D_f = 80\text{cm}$$

$$FS = 3$$

$$N_q = 33.11$$

$$N_c = 21.11$$

$$N_y = 26.78$$

$$Q_u = 0.0012 \times 33.11 + 1.52 \times 80 \times 21.11 + 0.5 \times 1.52 \times 50 \times 26.78$$
$$= 3.98$$

$$Q_{adm} = \frac{3.98}{3} = 1.33\text{kg/cm}^2$$

#### 5.1.9.2.2. Resultados Calicata C2

Datos:

$$\varnothing = 31.91$$

$$C = 0.011$$

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

$$Y_s = 1.52\text{kg/cm}^3$$

$$D_f = 80\text{cm}$$

$$FS = 3$$

$$N_q = 35.22$$

$$N_c = 22.93$$

$$N_y = 29.80$$

$$\begin{aligned} Qu &= 0.0011 \times 35.22 + 1.52 \times 80 \times 22.93 + 0.5 \times 1.52 \times 50 \times 29.80 \\ &= 4.31 \end{aligned}$$

$$Q_{adm} = \frac{4.31}{3} = 1.44\text{kg/cm}^2$$

#### 5.1.9.2.3. Resultados Calicata C3

Datos:

$$\varnothing = 31.70$$

$$C = 0.013$$

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

$$Y_s = 1.55\text{kg/cm}^3$$

$$D_f = 80\text{cm}$$

$$FS = 3$$

$$N_q = 34.62$$

$$N_c = 22.38$$

$$N_y = 28.88$$

$$\begin{aligned} Qu &= 0.0013 \times 34.62 + 1.55 \times 80 \times 22.38 + 0.5 \times 1.55 \times 50 \times 28.88 \\ &= 4.31 \end{aligned}$$

$$Q_{adm} = \frac{4.31}{3} = 1.44\text{kg/cm}^2$$

#### 5.1.9.2.4. Resultados Calicata C4

Datos:

$$\varnothing = 32.4$$

$$C = 0.011$$

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

$$Y_s = 1.57\text{kg/cm}^3$$

$$D_f = 80\text{cm}$$

$$FS = 3$$

$$N_q = 36.71$$

$$N_c = 24.30$$

$$N_y = 32.11$$

$$\begin{aligned} Qu &= 0.0011 \times 36.71 + 1.57 \times 80 \times 24.30 + 0.5 \times 1.57 \times 50 \times 32.11 \\ &= 4.72 \end{aligned}$$

$$Q_{adm} = \frac{4.72}{3} = 1.57\text{kg/cm}^2$$

#### 5.1.9.2.5. Resultados Calicata C5

Datos:

$$\varnothing = 32.52$$

$$C = 0.011$$

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

$$Y_s = 1.55\text{kg/cm}^3$$

$$D_f = 80\text{cm}$$

$$FS = 3$$

$$N_q = 37.08$$

$$N_c = 24.64$$

$$N_y = 32.69$$

$$\begin{aligned} Qu &= 0.0011 \times 37.08 + 1.55 \times 80 \times 24.64 + 0.5 \times 1.55 \times 50 \times 32.69 \\ &= 4.73 \end{aligned}$$

$$Q_{adm} = \frac{4.73}{3} = 1.58\text{kg/cm}^2$$

### 5.1.9.3. Resultados en HH.UU. San Ignacio – Zona 11

#### 5.1.9.3.1. Resultados Calicata P1

Datos:

$$\emptyset = 32.46$$

$$C = 0.011$$

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

$$Y_s = 1.51\text{kg/cm}^3$$

$$D_f = 80\text{cm}$$

$$FS = 3$$

$$N_q = 36.90$$

$$N_c = 24.47$$

$$N_y = 32.40$$

$$\begin{aligned} Q_u &= 0.0011 \times 36.90 + 1.51 \times 80 \times 24.47 + 0.5 \times 1.51 \times 50 \times 32.40 \\ &= 4.58 \end{aligned}$$

$$Q_{adm} = \frac{4.58}{3} = 1.53\text{kg/cm}^2$$

#### 5.1.9.3.2. Resultados Calicata P2

Datos:

$$\emptyset = 32.32$$

$$C = 0.013$$

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

$$Y_s = 1.56\text{kg/cm}^3$$

$$D_f = 80\text{cm}$$

$$FS = 3$$

$$N_q = 36.46$$

$$N_c = 24.07$$

$$N_y = 31.72$$

$$\begin{aligned} Q_u &= 0.0013 \times 36.46 + 1.56 \times 80 \times 24.07 + 0.5 \times 1.56 \times 50 \times 31.72 \\ &= 4.71 \end{aligned}$$

$$Q_{adm} = \frac{4.71}{3} = 1.57\text{kg/cm}^2$$

#### 5.1.9.3.3. Resultados Calicata P3

Datos:

$$\emptyset = 31.76$$

$$C = 0.015$$

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

$$Y_s = 1.68\text{kg/cm}^3$$

$$D_f = 80\text{cm}$$

$$FS = 3$$

$$N_q = 34.78$$

$$N_c = 22.53$$

$$N_y = 29.13$$

$$\begin{aligned} Qu &= 0.0015 \times 34.78 + 1.68 \times 80 \times 22.53 + 0.5 \times 1.68 \times 50 \times 29.13 \\ &= 4.77 \end{aligned}$$

$$Q_{adm} = \frac{4.77}{3} = 1.59\text{kg/cm}^2$$

#### 5.1.9.3.4. Resultados Calicata P4

Datos:

$$\emptyset = 31.13$$

$$C = 0.0176$$

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

$$Y_s = 1.62\text{kg/cm}^3$$

$$D_f = 80\text{cm}$$

$$FS = 3$$

$$N_q = 33.02$$

$$N_c = 20.94$$

$$N_y = 26.50$$

$$\begin{aligned} Qu &= 0.00176 \times 33.02 + 1.62 \times 80 \times 20.94 + 0.5 \times 1.62 \times 50 \times 26.50 \\ &= 4.37 \end{aligned}$$

$$Q_{adm} = \frac{4.37}{3} = 1.46\text{kg/cm}^2$$

### 5.1.10. Clasificación de Suelos por SUCS y ASSHTO

#### 5.1.10.1. AA. HH: Los Rosales – SUCS – Zona 12

**Tabla 127**

*Clasificación de Suelos por SUCS – C1, C2, C3*

	CALICATA C1			CALICATA C2			CALICATA C3		
DATOS	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
D10	0.043	0.108	0.049	0.057	0.122	0.159	0.044	0.11	0.055
D30	0.14	0.39	0.15	0.228	0.365	0.37	0.144	0.311	0.161
D60	0.811	1.289	0.776	0.794	0.809	0.728	0.881	0.739	0.728
Cu	17.255	11.935	15.837	13.93	6.631	4.579	20.023	6.718	13.236
Cc	0.516	1.094	0.592	1.155	1.346	1.18	0.532	1.194	0.64
LL	23.04	-	-	22.47	-	-	19.25	-	-
LP	20.715	-	-	19.375	-	-	17.16	-	-
IP	2.325	NP	NP	3.095	NP	NP	2.09	NP	NP
<b>Tipo de suelo</b>	<b>SM</b>	<b>SW</b>	<b>SP</b>	<b>SM</b>	<b>SW</b>	<b>SP</b>	<b>SM</b>	<b>SW</b>	<b>SP</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 128**

*Clasificación de Suelos por SUCS – C4, C5*

	CALICATA C4			CALICATA C5		
DATOS	E1	E2	E3	E1	E2	E3
D10	0.046	0.116	0.201	0.043	0.121	0.225
D30	0.149	0.348	0.694	0.134	0.351	0.678
D60	0.794	0.799	3.659	6.55	0.843	2.594
Cu	17.291	6.888	18.204	15.233	6.967	11.529
Cc	0.6	1.302	0.655	0.641	1.208	0.787
LL	20.78	-	-	22.92	-	-
LP	17.71	-	-	20.715	-	-
IP	3.07	NP	-	2.205	NP	NP
<b>Tipo de suelo</b>	<b>SM</b>	<b>SW</b>	<b>SP</b>	<b>SM</b>	<b>SW</b>	<b>SP</b>

Fuente: Elaboración Propia

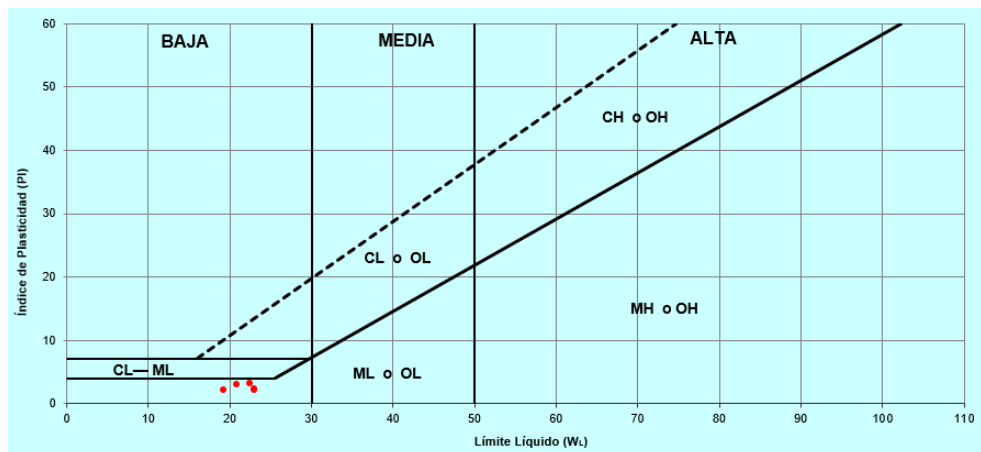


Figura 110 Carta de Plasticidad – AA. HH. Los Rosales

Fuente: Elaboración propia

5.1.10.2. HH.UU. San Ignacio – SUCS – Zona 11

**Tabla 129**

Clasificación de Suelos por SUCS – P1, P2

DATOS	CALICATA P1					CALICATA P2		
	E1	E2	E3	E4	E5	E1	E2	E3
D10	0.029	0.051	0.051	0.327	0.121	0.024	0.027	0.12
D30	0.115	0.155	0.163	2.402	0.377	0.072	0.096	0.477
D60	0.945	0.42	0.948	14.164	0.778	0.703	0.595	1.249
Cu	32.586	8.235	18.588	43.315	6.43	29.292	22.037	10.408
Cc	0.49	1.144	0.554	1.246	1.512	0.305	0.576	1.517
LL	16.79	-	-	-	-	14.65	-	-
LP	13.81	-	-	-	-	12.13	-	-
IP	2.98	-	-	-	-	2.52	-	-
<b>Tipo de suelo</b>	<b>SM</b>	<b>SW</b>	<b>SP</b>	<b>GW</b>	<b>SW</b>	<b>SM</b>	<b>SP</b>	<b>SW</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 130**

Clasificación de Suelos por SUCS – P3, P4

DATOS	CALICATA P3			CALICATA P4		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
D10	0.033	0.14	0.135	0.025	0.116	0.113
D30	0.174	0.409	0.455	0.077	0.378	0.319
D60	2.16	1.618	1.507	0.738	1.719	0.749
Cu	65.455	11.557	11.63	29.52	14.819	6.628
Cc	0.426	0.737	1.02	0.329	0.718	1.197
LL	15.68	-	-	15.56	-	-
LP	13.81	-	-	13.33	-	-
IP	1.87	-	-	2.23	-	-
<b>Tipo de suelo</b>	<b>SM</b>	<b>SP</b>	<b>SW</b>	<b>SM</b>	<b>SP</b>	<b>SW</b>

Fuente: Elaboración Propia

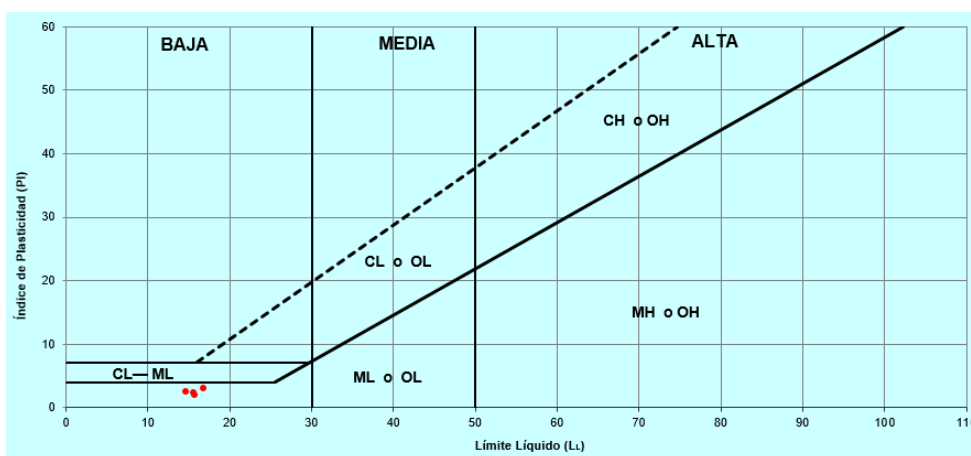


Figura 111 Carta de Plasticidad – HH. UU. San Ignacio

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.10.3. Clasificación ASSHTO

#### 5.1.10.3.1. AA.HH. Los Rosales – Zona 12

**Tabla 131**

*Clasificación de Suelos por ASSHTO – AA. HH. LOS ROSALES*

	<b>C1-E1</b>	<b>C2-E1</b>	<b>C3-E1</b>	<b>C4-E1</b>	<b>C5-E1</b>	<b>RANGO</b>
% pasa 200	15.85	13.17	17.01	16.23	17.56	menor o igual a 35
LL	23.04	22.47	19.25	20.78	22.92	menor o igual a 40
IP	2.325	3.095	2.09	3.07	2.205	menor o igual a 10
<b>Tipo de Suelo</b>	<b>A-2-4</b>	<b>A-2-4</b>	<b>A-2-4</b>	<b>A-2-4</b>	<b>A-2-4</b>	

Fuente: Elaboración Propia

#### 5.1.10.3.2. HH.UU. San Ignacio – Zona 11

**Tabla 132**

*Clasificación de Suelos por ASSHTO – HH.UU. SAN IGNACIO*

	<b>P1-E1</b>	<b>P2-E1</b>	<b>P3-E1</b>	<b>P4-E1</b>	<b>RANGO</b>
% pasa 200	26.11	31.3	22.96	29.83	menor o igual a 35
LL	16.79	14.65	15.68	15.56	menor o igual a 40
IP	2.98	2.52	1.87	2.23	menor o igual a 10
<b>Tipo de Suelo</b>	<b>A-2-4</b>	<b>A-2-4</b>	<b>A-2-4</b>	<b>A-2-4</b>	

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.11. Zonificación Geotécnica de los Suelos

Plano Adjunto en los Anexos

### 5.1.12. Zonificación de la Capacidad Portante de los Suelos

Plano Adjunto en los Anexos

## 5.2. DISCUSION DE RESULTADOS

En el planteamiento de la hipótesis de nuestra investigación se consideró realizar un Estudio de Zonificación Geotécnica mediante la aplicación de las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171) en los suelos de la zona 11 (HH.UU. San Ignacio) y zona 12(AA.HH. Los Rosales) del distrito de la Tinguña. Tras el desarrollo, nuestra investigación nos ha permitido obtener la información necesaria del estudio de suelos para llevar a cabo la Zonificación Geotécnica que se distribuyen de la siguiente manera:

### 5.2.1. Zona 12 – AA.HH. Los Rosales

Habiéndose explorado 5 calicatas, hasta una profundidad de 3.00m cada una, hemos realizado un análisis a una cota de fundación de 0.80m a fin de establecer una zonificación. Los datos obtenidos nos permitieron diferenciar 2 zonas según el tipo de suelo según el estrato a la mencionada cota de fundación, como se muestra en la figura:

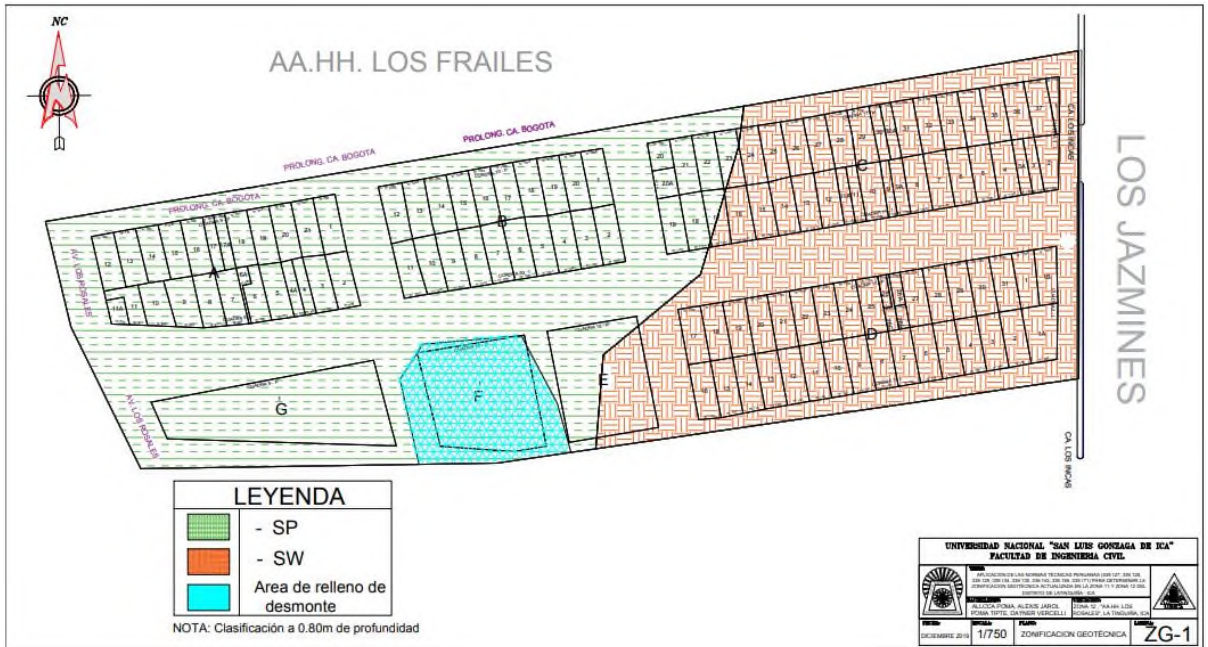


Figura 112 Zonificación Geotécnica AA.HH. Los Rosales  
Fuente: Elaboración Propia

La distribución de los Puntos explorados estuvo distribuida como indica la siguiente figura:

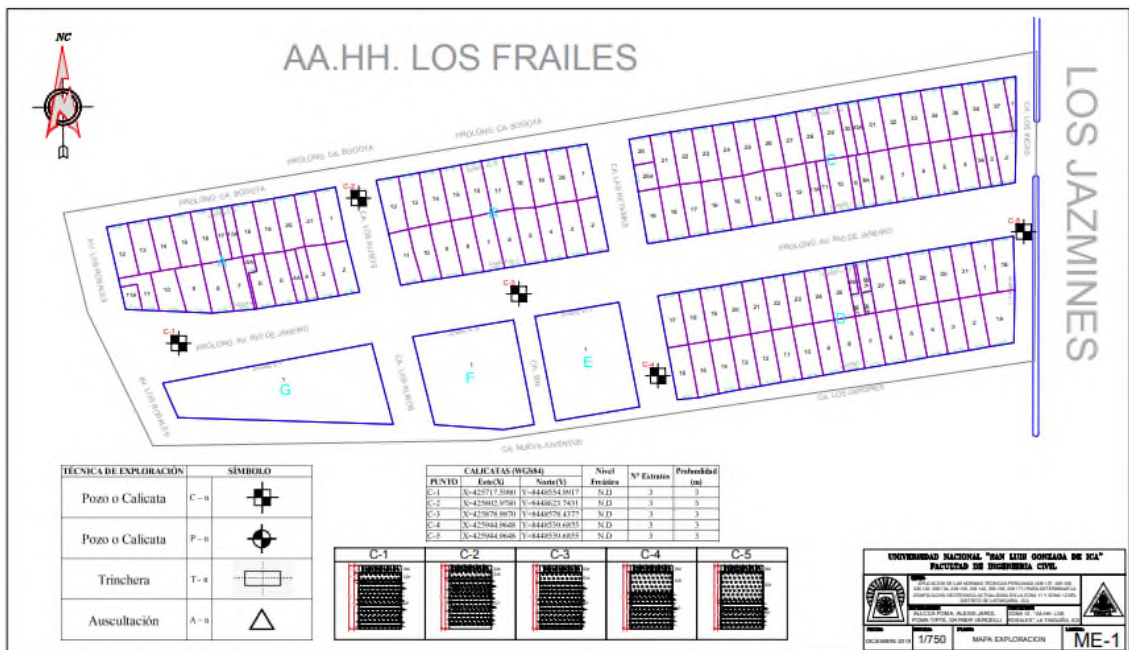


Figura 113 Mapa de Exploración AA.HH Los Rosales  
Fuente: Elaboración Propia

Es así que para cada Calicata explorada se calculó su Capacidad de Carga admisible, los datos obtenidos lo resumimos en la siguiente tabla:

**Tabla 133**

*Capacidad de Carga en Calicatas*

CALICATAS	Df(m)	ESTRATO (SUCS)	Qu (kg/cm <sup>2</sup> )
C1	0.80	SP	1.33
C2	0.80	SP	1.44
C3	0.80	SP	1.45
C4	0.80	SW	1.57
C5	0.80	SW	1.58

Fuente: Elaboración Propia

Esto nos permitió analizar y dividir en 3 zonas según la capacidad de Carga admisible:

**Tabla 134**

*Zonificación Capacidad Portante AA.HH. Los Rosales*

ZONAS	Df(m)	Qu (kg/cm <sup>2</sup> )
ZONA 1	0.80	1.3 - 1.4
ZONA 2	0.80	1.4 - 1.5
ZONA 3	0.80	1.5 - 1.6

Fuente: Elaboración Propia

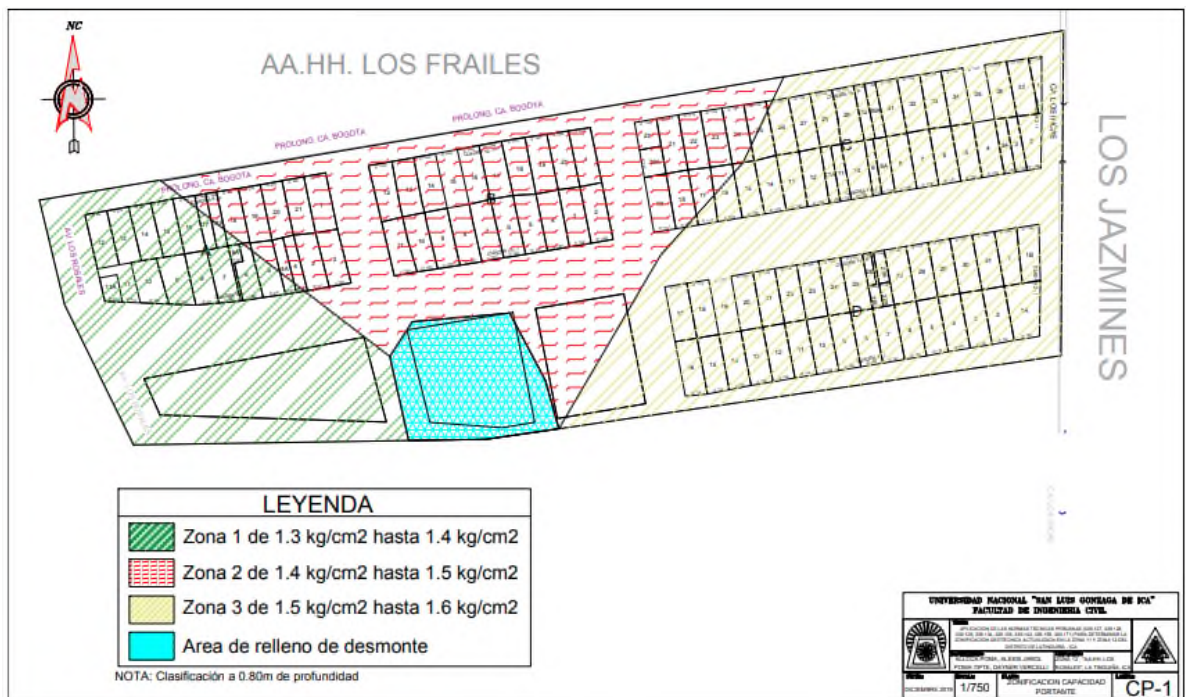


Figura 114 Capacidad Portante AA.HH. Los Rosales

Fuente: Elaboración Propia

### 5.2.2. Zona 11 – HH.UU. San Ignacio

Habiéndose explorado 4 calicatas, hasta una profundidad de 3.00m cada una, hemos realizado un análisis a una cota de fundación de 0.80m a fin de establecer una zonificación. Los datos obtenidos nos permitieron diferenciar 3 zonas según el tipo de suelo según el estrato a la mencionada cota de fundación, como se muestra en la figura:

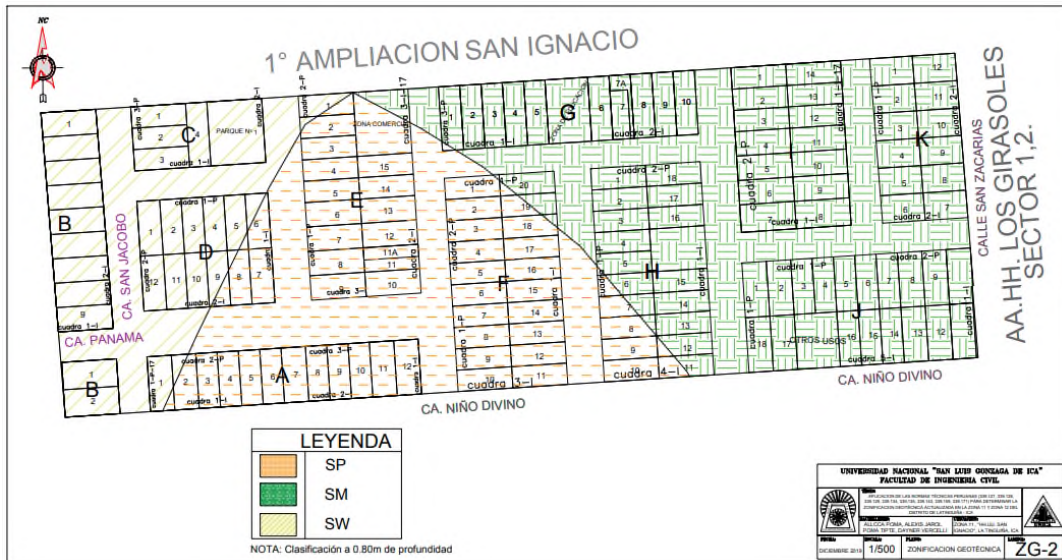


Figura 115 Zonificación Geotécnica HH.UU. San Ignacio  
Fuente: Elaboración Propia

La distribución de los Puntos explorados estuvo distribuida como indica la siguiente figura:

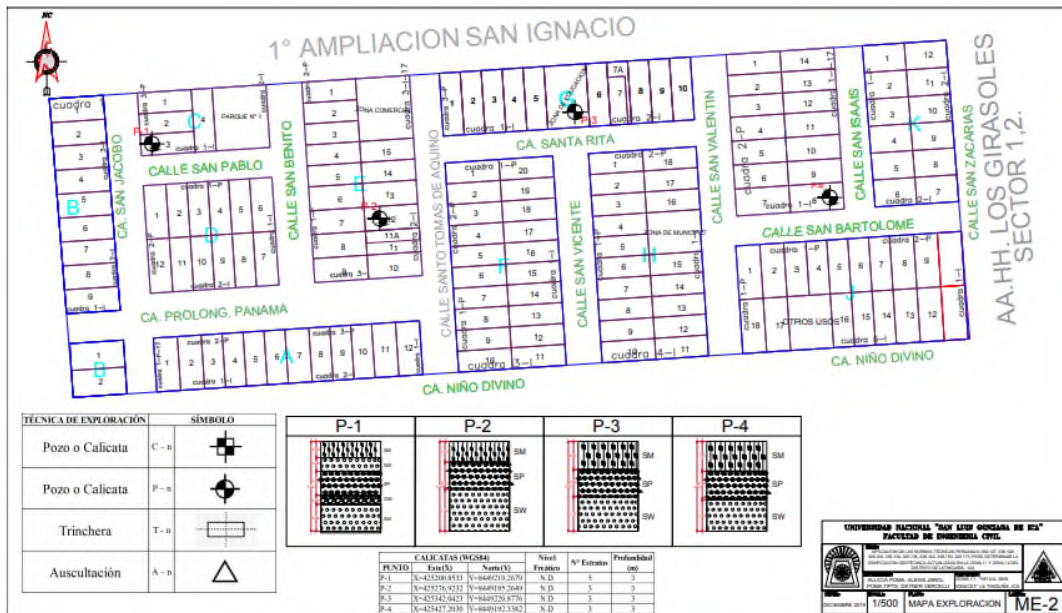


Figura 116 Mapa de Exploración HH.UU. San Ignacio  
Fuente: Elaboración Propia

Es así que para cada Calicata explorada se calculó su Capacidad de Carga admisible, los datos obtenidos lo resumimos en la siguiente tabla:



Es necesario mencionar que no se encontró presencia del Nivel Freático en ninguno de los puntos explorados, esto hasta la profundidad explorada que fue de 3.00m. Dado el caso, no debería haber preocupación por la humedad, empujes, sales, sulfatos, entre otros en contra de las cimentaciones.

## CAPITULO VI

### 6. COMPROBACION DE HIPOTESIS

#### 6.1. CONTRASTACION DE HIPOTESIS GENERAL

“La Aplicación De Las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.134 – 339.135 – 339.143 – 339.159 - 339.171) influye para determinar la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito la Tinguña - Ica.”

Se contrastó que en la Zona 11(HH.UU. San Ignacio), a una cota Df de 0.80 m presenta dos zonas según Capacidades portantes que son:

- Zona 1 (1.5-1.6 Kg/cm<sup>2</sup>)
- Zona 2 (1.4-1.5 Kg/cm<sup>2</sup>)

Las cuales presentan una Clasificación SUCS (SP, SM y SW).

Así mismo la Zona 12 (AA.HH. Los Rosales) a una cota Df de 0.80 m presenta tres zonas según Capacidades portantes que son:

- Zona 1 (1.3-1.4 Kg/cm<sup>2</sup>)
- Zona 2 (1.4-1.5 Kg/cm<sup>2</sup>)
- Zona 3 (1.5-1.6 Kg/cm<sup>2</sup>)

presentando una Clasificación SUCS (SP, SW)

En nuestro país, la aplicación de las NTP guiada bajo la norma E0.50 del RNE son la ruta para definir una Zonificación Geotécnica.

#### 6.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS ESPECÍFICAS

- Conocer las características físicas de los suelos, así como también la capacidad portante nos permitió identificar y clasificar los distintos tipos de suelos encontrados, esto nos permitirá conocer en que suelo se cimentarán las edificaciones futuras.
- Teniendo las características físicas del suelo, producto de la exploración de nueve puntos hasta una profundidad de 3.00m c/u, se identificó la estratigrafía de cada ubicación, valiéndonos de los sistemas SUCS y AASHTO se elaboraron de manera adecuada los perfiles estratigráficos, así como un mapeo de cada Calicata en la Zona 11 y Zona 12 del distrito de la Tinguña.
- Se organizaron mapas de capacidades portantes, considerando una cota de fundación para el uso de vivienda unifamiliar (Df=0.80m), en las Zonas 11 y Zona 12, este es un complemento importante de la Zonificación Geotécnica, que ayudará a entender y dar uso de la información en la edificación de viviendas.

## 7. CONCLUSIONES

- 1) La aplicación de las Normas Técnicas Peruanas (339.127 - 339.128 – 339.129 – 339.143 – 339.159 - 339.171) nos permitió conocer las características físicas y mecánicas de los suelos en las zonas de estudio. Estos datos procesados mediante la teoría de la Mecánica de suelos y Geotecnia determinaron su capacidad portante lo que ha permitido elaborar el mapa o plano de Zonificación Geotécnica.
- 2) Mediante las Normas Técnicas Peruanas (339.134 – 339.135), se identificaron los suelos de las zonas de estudio mediante los sistemas de clasificación SUCS y AASHTO, y a la par mediante la norma E0.50 del RNE se estableció la estratigrafía como parte de la Zonificación Geotécnica de las Zonas 11 y Zona 12 del Distrito de la Tinguña -Ica.
- 3) Se organizaron mapas de las zonas estudiadas identificando la capacidad portante y estratigrafía, en conjunto con cuadros técnicos informativos, todo esto parte de la Zonificación Geotécnica Actualizada en la Zona 11 y Zona 12 del Distrito de la Tinguña.
- 4) Es predominante los suelos arenosos en toda la extensión de la zona 11 y zona 12, sean bien o pobremente graduadas, y es beneficioso que a nivel de fundación no hayamos encontrado suelos cohesivos y/o expansivos, ni mucho menos presencia de nivel freático.
- 5) Se analizaron en su totalidad 9 puntos de investigación distribuidos de los cuales 4 se encuentran ubicados en San Ignacio y 5 en Los Rosales, de 3 metros de profundidad cada uno, tomando en cuenta que las viviendas presentan en su mayor porcentaje con una cimentación superficial común del tipo cimiento corrido con concreto ciclópeo con cota de fundación de 0.80m.
- 6) Para la ubicación de los puntos de exploración se consideró la mayor cercanía a algunas viviendas que presentan fallas en sus estructuras.
- 7) La zonificación geotécnica se ha realizado identificando las calicatas de investigación del subsuelo que presentan perfiles estratigráficos con propiedades físicas y capacidades portantes similares.
- 8) Se cumplió con alcanzar cada uno de los objetivos propuestos, culminándose satisfactoriamente con la zonificación de las características físicas y mecánicas de los suelos, que han permitido identificar las zonas con menor capacidad de carga como zonas vulnerables y las zonas de mayor capacidad de carga como zonas menos vulnerables.

## 8. RECOMENDACIONES

- 1) Es bien recibido la exploración para investigar los suelos en zonas ya urbanizadas o con proyección de serla, pero hay que tener muy en cuenta los antecedentes de fenómenos naturales a los que se está expuesto. La Tinguña tiene un riesgo de vulnerabilidad muy alto sobre todo en temporada de lluvias por lo que **es recomendable un mejor planeamiento urbanístico por parte de las autoridades**, a fin de evitar urbanizar en zonas de alto riesgo, y tomar medidas de mitigación o prevención para contrarrestar los impactos y minimizar los daños ocasionados por lluvias, inundaciones y sismos que puedan afectar las viviendas de los pobladores en la zona estudiada.
- 2) En las zonas estudiadas, se recomienda usar Zapatas continuas de 0.80 m de profundidad, con acero de refuerzo por cuantía mínima, para viviendas básicas de hasta 2 pisos.  
Para construcciones de mayor magnitud se debe elaborar un propio estudio de mecánica de suelos, esto debido a que el presente trabajo de investigación fue hecho teniendo en cuenta características y cargas que presenta una vivienda unifamiliar básica y de acuerdo al estatus económico del vecino local.
- 3) Teniendo en cuenta que las áreas representadas en celeste en los planos geotécnicos del AA.HH. Los Rosales, representa un subsuelo conformado por material de relleno y desmonte presentando vacíos, motivo por el cual no se deberá construir edificaciones para usos distintos al de espacios públicos, por ejemplo, si se considera edificar una futura plaza o parque se recomienda mejorar la superficie del terreno para una mayor durabilidad de veredas, losas de concreto y áreas verdes.
- 4) Se recomienda que el presente trabajo de investigación, las autoridades del Distrito de la Tinguña lo tomen como una herramienta de gestión para elaborar un adecuado uso del suelo dentro del Plan de desarrollo Urbano de la zona estudiada.
- 5) Es recomendable que la Municipalidad Distrital de la Tinguña facilite y difunda esta información a la población de las zonas estudiadas con una charla técnica con un profesional que pueda guiar y explicar la situación actual de los suelos y del buen uso e importancia de los mapas de zonificación geotécnica y capacidad portante.





Figura 119 Mapa de Exploración AA. HH Los Rosales  
Fuente: Elaboración Propia





Figura 121 Zonificación Geotécnica HH.UU. San Ignacio  
Fuente: Elaboración Propia





Figura 123 Capacidad Portante HH.UU. San Ignacio  
Fuente: Elaboración Propia

## 9. FUENTES DE INFORMACION

### 9.1. Bibliografía

- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México: EDITORIAL LUMA S.A. de C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES.
- Das, B. M. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Santa Fe: Cengage Learning Editores.
- E0.50, N. (3 de Diciembre de 2018). Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú: MVCS.
- Juarez Badillo, E., & Rico Rodriguez, A. (2010). *Mecánica de Suelos*. México: LIMUSA, S.A. de C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES.
- Norma Técnica Peruana 339.127(1998). Determinación del contenido de Humedad. Lima, Perú: MVCS.
- Norma Técnica Peruana 339.128(2019). Método de ensayo para el análisis granulométrico. Lima, Perú: MVCS.
- Norma Técnica Peruana 339.129(2019). Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. Lima, Perú: MVCS.
- Norma Técnica Peruana 339.134(2019). Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería – SUCS. Lima, Perú: MVCS.
- Norma Técnica Peruana 339.135(2019). Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte- AASHTO. Lima, Perú: MVCS.
- Norma Técnica Peruana 339.143(2019). Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena. Lima, Perú: MVCS.
- Norma Técnica Peruana 339.159(2015). Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL). Lima, Perú: MVCS.
- Norma Técnica Peruana 339.171(2017). Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. Lima, Perú: MVCS.

## **10. ANEXOS**

### **10.1. Planos**

#### ***10.1.1. Zonificación Geotécnica***

Se Adjunta planos a escala 1/500 en Zona 11(HH.UU. San Ignacio) y 1/750 en Zona 12 (AA.UU. Los Rosales).

#### ***10.1.2. Zonificación por Capacidad Portante***

Se Adjunta planos a escala 1/500 en Zona 11(HH.UU. San Ignacio) y 1/750 en Zona 12 (AA.UU. Los Rosales).

#### ***10.1.3. Mapeo de Exploración***

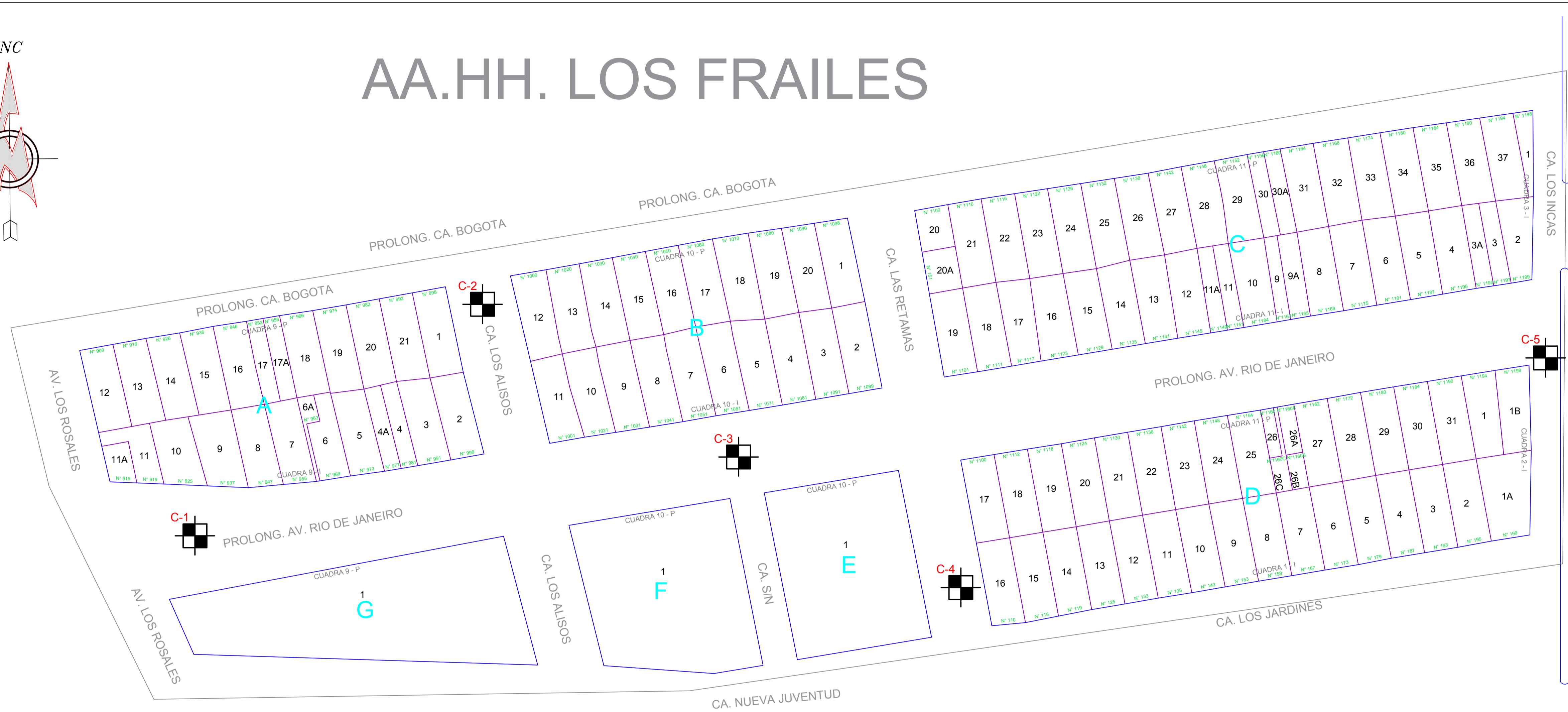
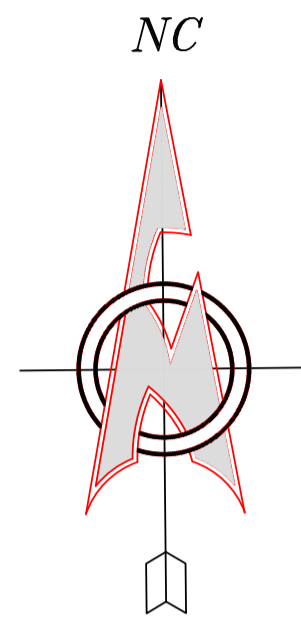
Se Adjunta planos a escala 1/500 en Zona 11(HH.UU. San Ignacio) y 1/750 en Zona 12 (AA.UU. Los Rosales).

### **10.2. Panel Fotográfico**

Se Adjunta Panel Fotográfico

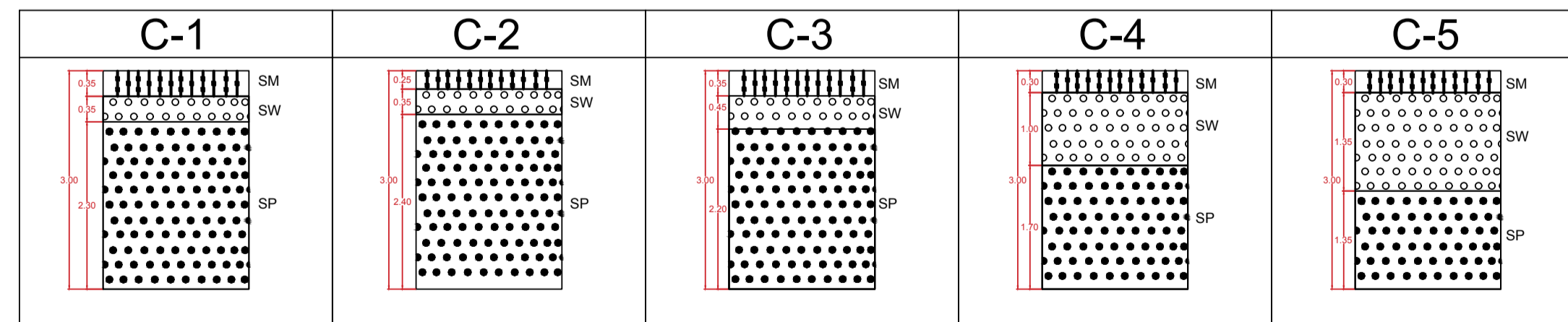
# AA.HH. LOS FRAILES

# LOS JAZMINES

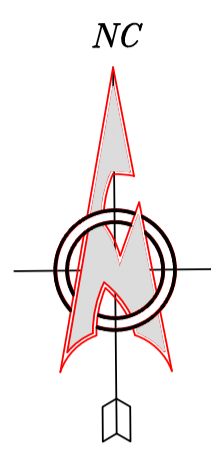


TÉCNICA DE EXPLORACIÓN	SÍMBOLO	
Pozo o Calicata	C - n	
Pozo o Calicata	P - n	
Trincheras	T - n	
Auscultación	A - n	

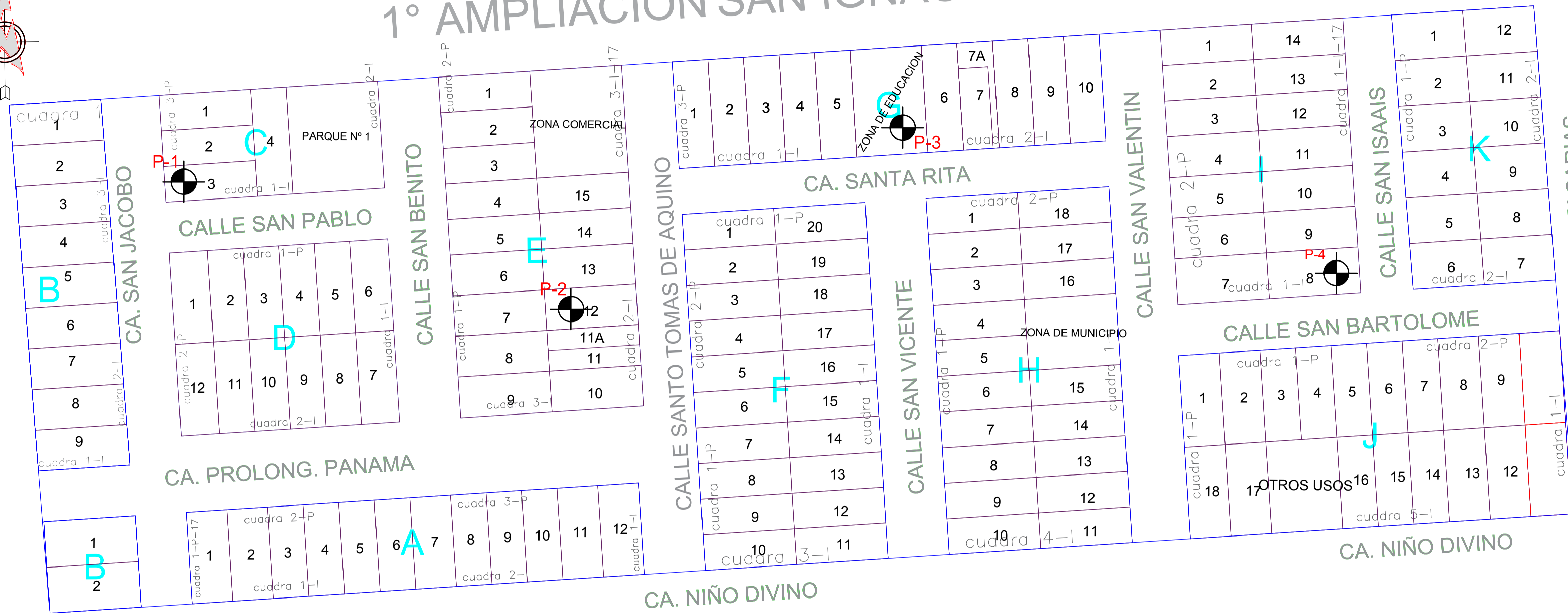
PUNTO	CALICATAS (WGS84)		Nivel Freático	Nº Estratos	Profundidad (m)
	Este(X)	Norte(Y)			
C-1	X=425717.5980	Y=8448554.9917	N.D	3	3
C-2	X=425802.9780	Y=8448623.7431	N.D	3	3
C-3	X=425878.9870	Y=8448578.4377	N.D	3	3
C-4	X=425944.9648	Y=8448539.6855	N.D	3	3
C-5	X=425944.9648	Y=8448539.6855	N.D	3	3



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA DE ICA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
	TESIS: APLICACION DE LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (339.127, 339.128, 339.129, 339.134, 339.135, 339.143, 339.159, 339.171) PARA DETERMINAR LA ZONIFICACION GEOTÉCNICA ACTUALIZADA EN LA ZONA 11 Y ZONA 12 DEL DISTRITO DE LATINGUÑA - ICA		
	BACHILLERES: ALLCCA POMA, ALEXIS JAROL POMA TIPTÉ, DAYNER VERCELLI		
FECHA: DICIEMBRE 2019	ESCALA: 1/750	PLANO: MAPA EXPLORACION	LAMINA: ME-1

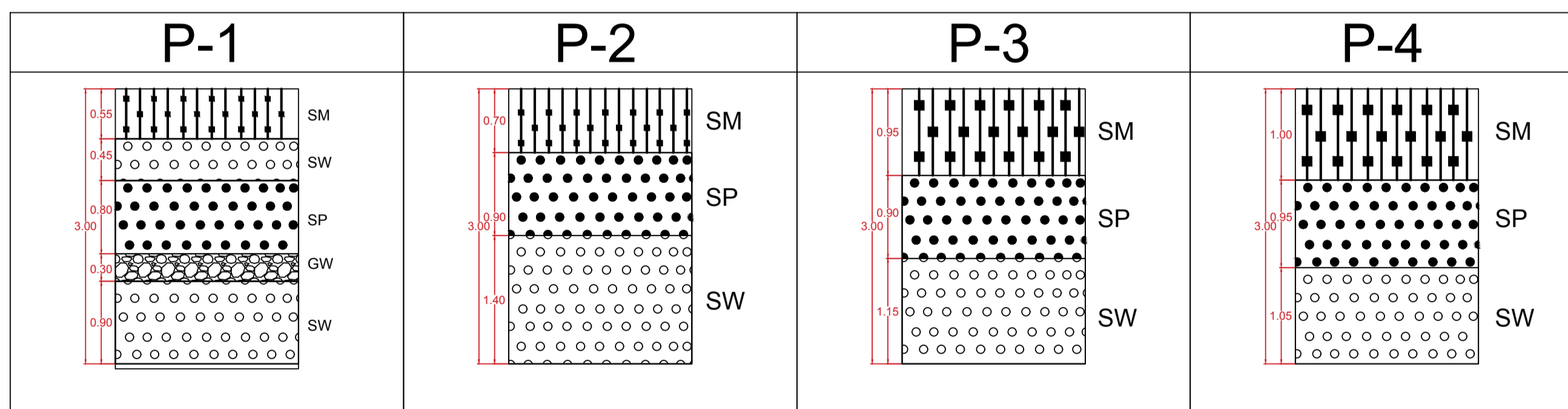


# 1° AMPLIACION SAN IGNACIO



**AA.HH. LOS GIRASOLES**  
**SECTOR 1,2.**

TÉCNICA DE EXPLORACIÓN	SÍMBOLO
Pozo o Calicata	C-n
Pozo o Calicata	P-n
Trinchera	T-n
Auscultación	A-n



PUNTO	CALICATAS (WGS84)		Nivel Freático	Nº Estratos	Profundidad (m)
	Este(X)	Norte(Y)			
P-1	X=425200.8533	Y=8449210.2679	N.D	5	3
P-2	X=425276.9232	Y=8449185.2649	N.D	3	3
P-3	X=425342.0423	Y=8449220.8776	N.D	3	3
P-4	X=425427.2030	Y=8449192.3382	N.D	3	3

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA DE ICA"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

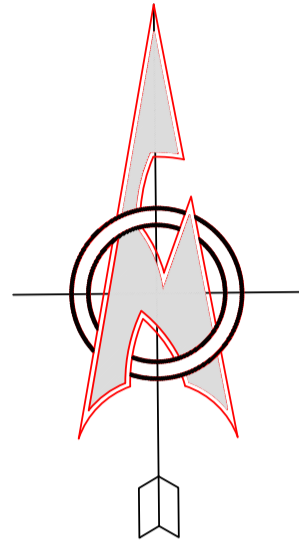
**TESIS:**  
 APLICACION DE LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (339.127, 339.128, 339.129, 339.134, 339.135, 339.143, 339.159, 339.171) PARA DETERMINAR LA ZONIFICACION GEOTÉCNICA ACTUALIZADA EN LA ZONA 11 Y ZONA 12 DEL DISTRITO DE LATINGUÑA - ICA.

**BACHILLERES:**  
 ALLCCA POMA, ALEXIS JAROL POMA TIPTÉ, DAYNER VERCELLI

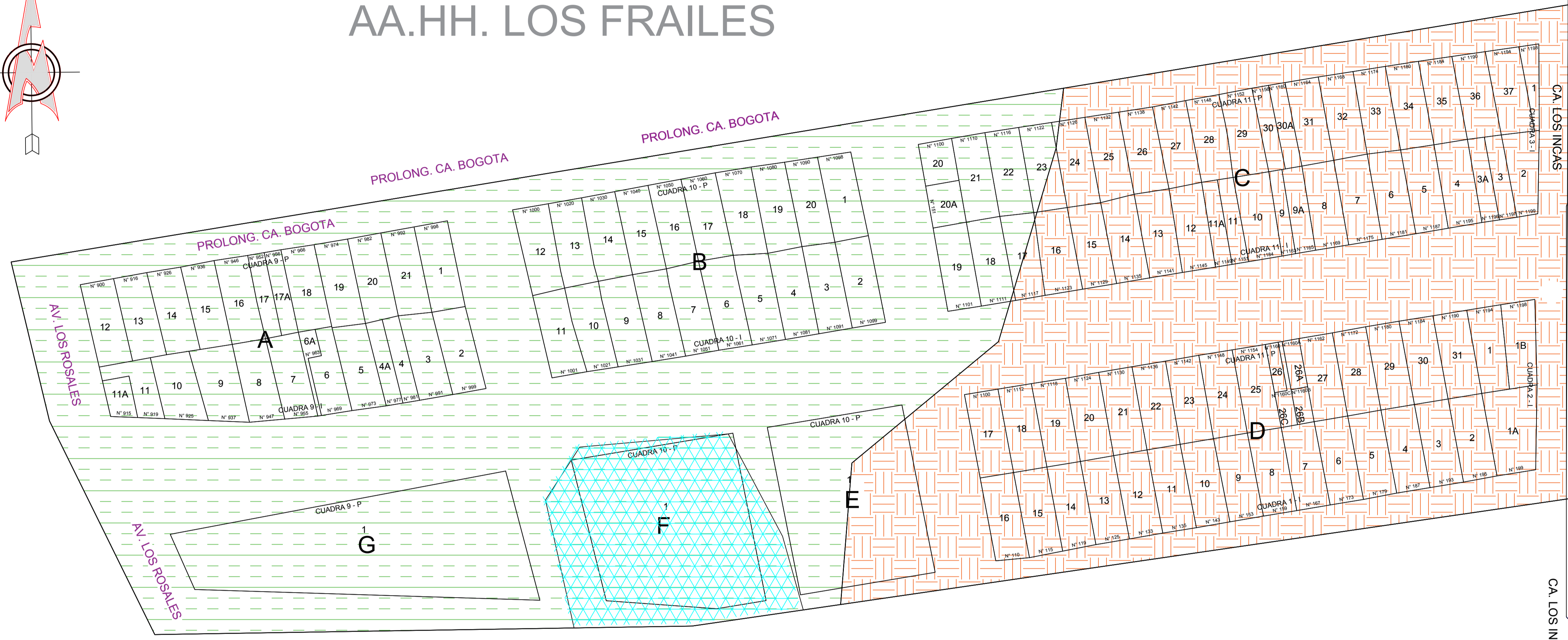
**UBICACIÓN:**  
 ZONA 11, "HH.UU. SAN IGNACIO", LA TINGUÑA, ICA

**FECHA:** DICIEMBRE 2019   
**ESCALA:** 1/500   
**PLANO:** MAPA EXPLORACION   
**LAMINA:** ME-2

NC


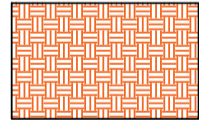
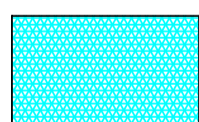


# AA.HH. LOS FRAILES



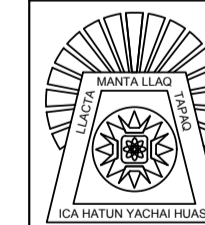
LOS JAZMINES

## LEYENDA

	- SP
	- SW
	Area de relleno de desmote

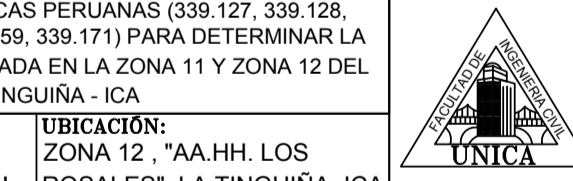
NOTA: Clasificación a 0.80m de profundidad

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA DE ICA"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TESIS:  
APLICACION DE LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (339.127, 339.128, 339.129, 339.134, 339.135, 339.143, 339.159, 339.171) PARA DETERMINAR LA ZONIFICACION GEOTÉCNICA ACTUALIZADA EN LA ZONA 11 Y ZONA 12 DEL DISTRITO DE LATINGUIÑA - ICA

BACHILLERES:  
ALLCCA POMA, ALEXIS JAROL  
POMA TIPTÉ, DAYNER VERCELLI



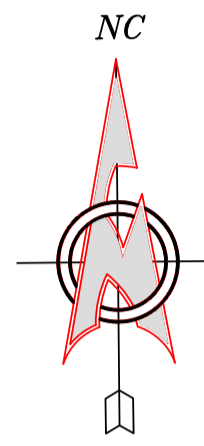
TUBICACIÓN:  
ZONA 12, "AA.HH. LOS ROSALES", LA TINGUIÑA, ICA

FECHA:  
DICIEMBRE 2019

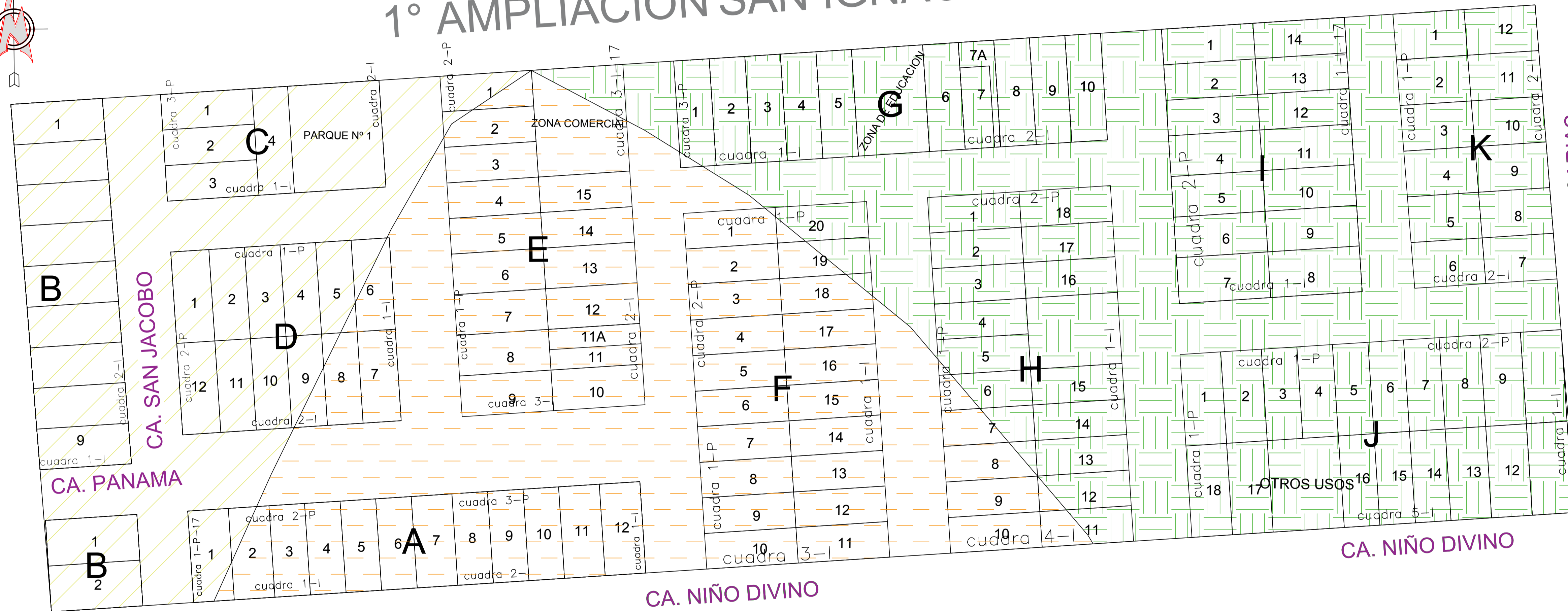
ESCALA:  
1/750

PLANO:  
ZONIFICACION GEOTÉCNICA

LAMINA:  
ZG-1



# 1° AMPLIACION SAN IGNACIO

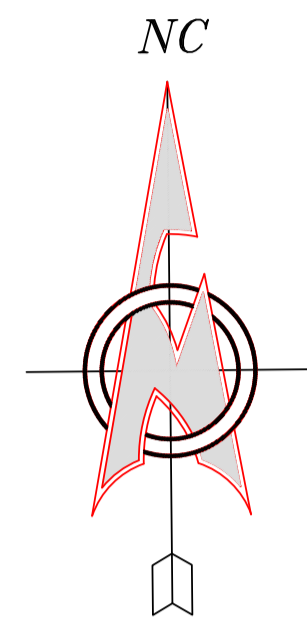


CALLE SAN ZACARIAS  
AA.HH. LOS GIRASOLES  
SECTOR 1,2.

LEYENDA	
	SP
	SM
	SW

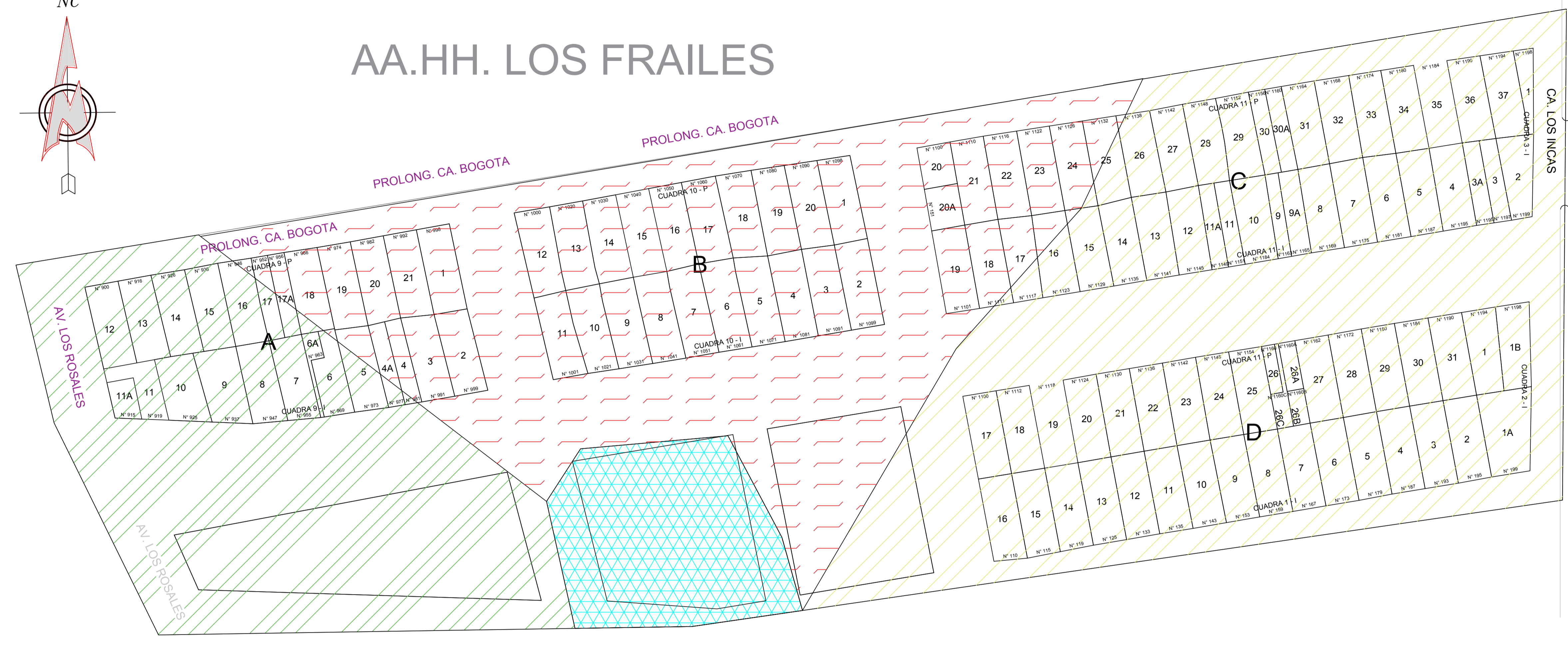
NOTA: Clasificación a 0.80m de profundidad

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA DE ICA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
	<small>TESIS:</small> APLICACION DE LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (339.127, 339.128, 339.129, 339.134, 339.135, 339.143, 339.159, 339.171) PARA DETERMINAR LA ZONIFICACION GEOTÉCNICA ACTUALIZADA EN LA ZONA 11 Y ZONA 12 DEL DISTRITO DE LATINGUÑA - ICA		
	<small>BACHILLERES:</small> ALLCOCA POMA, ALEXIS JAROL POMA TIPTÉ, DAYNER VERCELLI	<small>UBICACIÓN:</small> ZONA 11, "HH.UU. SAN IGNACIO", LA TINGUÑA, ICA	
<small>FECHA:</small> DICIEMBRE 2019	<small>ESCALA:</small> 1/500	<small>PLANO:</small> ZONIFICACION GEOTÉCNICA	<small>LAMINA:</small> <b>ZG-2</b>



# AA.HH. LOS FRAILES

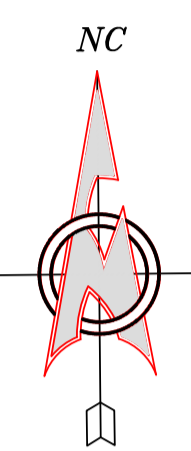
LOS JAZMINES



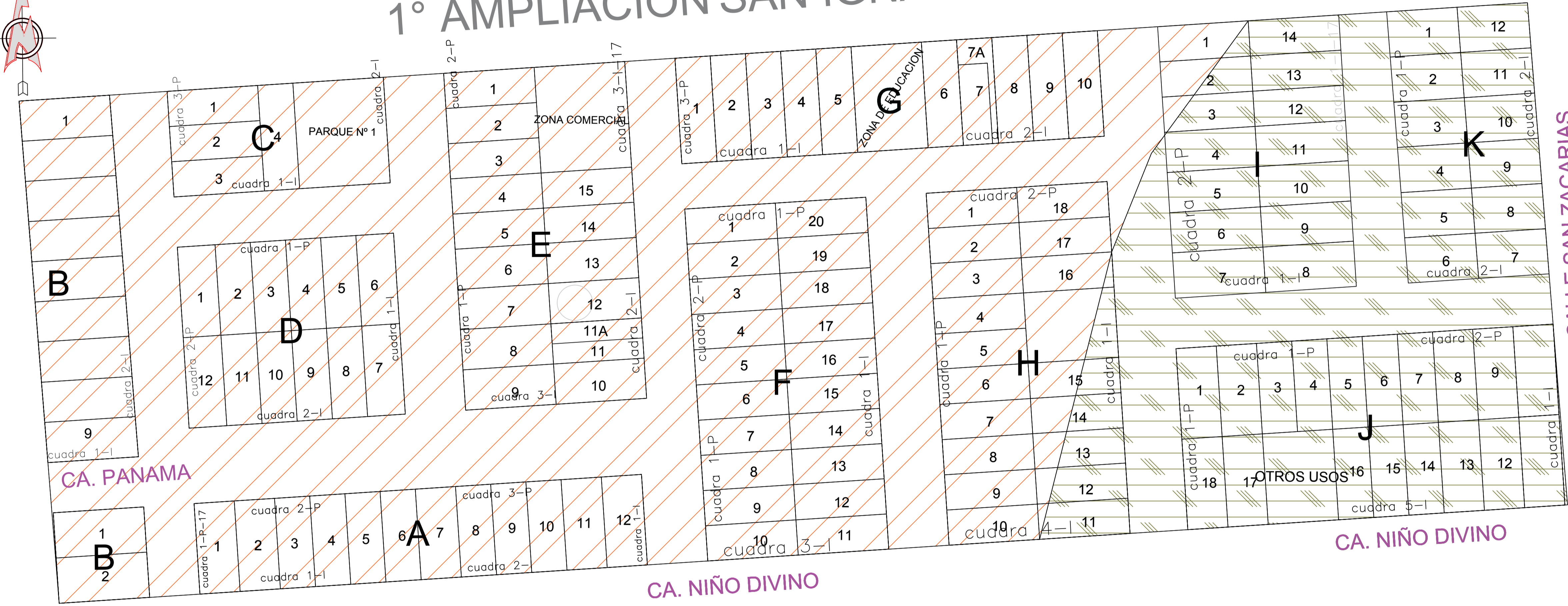
LEYENDA	
	Zona 1 de 1.3 kg/cm2 hasta 1.4 kg/cm2
	Zona 2 de 1.4 kg/cm2 hasta 1.5 kg/cm2
	Zona 3 de 1.5 kg/cm2 hasta 1.6 kg/cm2
	Area de relleno de desmonte

NOTA: Clasificación a 0.80m de profundidad

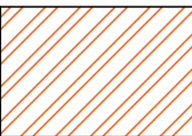
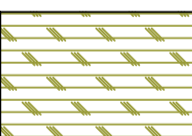
UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA DE ICA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
	<b>TESIS:</b> APLICACION DE LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (339.127, 339.128, 339.129, 339.134, 339.135, 339.143, 339.159, 339.171) PARA DETERMINAR LA ZONIFICACION GEOTÉCNICA ACTUALIZADA EN LA ZONA 11 Y ZONA 12 DEL DISTRITO DE LATINGUÑA - ICA		
	<b>BACHILLERES:</b> ALLCCA POMA, ALEXIS JAROL POMA TIPTE, DAYNER VERCELLI		<b>UBICACIÓN:</b> ZONA 12, "AA.HH. LOS ROSALES", LA TINGUÑA, ICA
<b>FECHA:</b> DICIEMBRE 2019	<b>ESCALA:</b> 1/750	<b>PLANO:</b> ZONIFICACION CAPACIDAD PORTANTE	<b>LAMINA:</b> CP-1



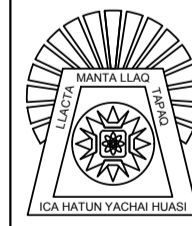
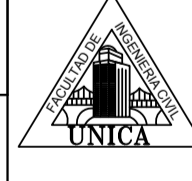
# 1° AMPLIACION SAN IGNACIO



**CALLE SAN ZACARIAS**  
**AA.HH. LOS GIRASOLES**  
**SECTOR 1,2.**

LEYENDA	
	Zona 1 de 1.5 kg/cm2 hasta 1.6 kg/cm2
	Zona 2 de 1.4 kg/cm2 hasta 1.5 kg/cm2

NOTA: Clasificación a 0.80m de profundidad

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA DE ICA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL				
	<small>           TESIS:            APLICACION DE LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (339.127, 339.128, 339.129, 339.134, 339.135, 339.143, 339.159, 339.171) PARA DETERMINAR LA ZONIFICACION GEOTÉCNICA ACTUALIZADA EN LA ZONA 11 Y ZONA 12 DEL DISTRITO DE LATINGUÑA - ICA         </small>			
	<small>           BACHILLERES:            ALLCCA POMA, ALEXIS JAROL            POMA TIPTÉ, DAYNER VERCELLI         </small>		<small>           UBICACIÓN:            ZONA 11, "HH.UU. SAN IGNACIO", LA TINGUÑA, ICA         </small>	
<small>FECHA:</small> DICIEMBRE 2019	<small>ESCALA:</small> 1/500	<small>PLANO:</small> ZONIFICACION CAPACIDAD PORTANTE	<small>LAMINA:</small> <b>CP-2</b>	

## PANEL FOTOGRÁFICO

### ALREDEDORES DE C1



Fuente: Elaboración Propia

### ALREDEDORES DE C2



Fuente: Elaboración Propia

ALREDEDORES DE C3



Fuente: Elaboración Propia

ALREDEDORES DE C4



Fuente: Elaboración Propia

ALREDEDORES DE C5



Fuente: Elaboración Propia

ALREDEDORES DE P1



Fuente: Elaboración Propia

ALREDEDORES DE P2



Fuente: Elaboración Propia

ALREDEDORES DE P3



Fuente: Elaboración Propia

## ALREDEDORES DE P4



Fuente: Elaboración Propia

## EXCAVACIÓN DE CALICATAS



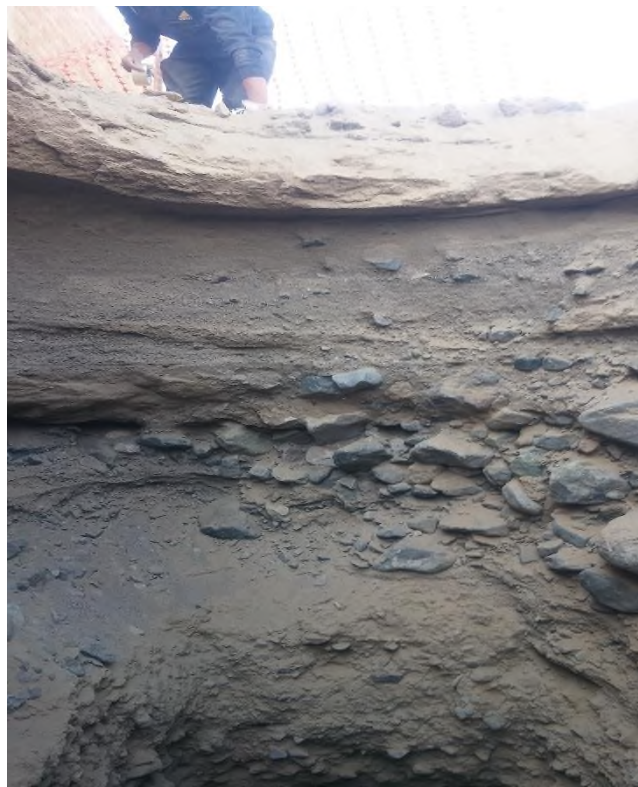
Fuente: Elaboración Propia

## EXTRACCION DE MUESTRAS Y RECONOCIMIENTO DE ESTRATOS



Fuente: Elaboración Propia

## DIFERENCIA DE ESTRATOS EN LOS SUELOS



Fuente: Elaboración Propia

### ENSAYO DE CONO DE ARENA IN SITU



Fuente: Elaboración Propia

### ENSAYO DPL



Fuente: Elaboración Propia

PREPARACION DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO



Fuente: Elaboración Propia

PREPARACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO



Fuente: Elaboración Propia

## PREPARACION DE MUESTRAS PARA CONTENIDO DE HUMEDAD



Fuente: Elaboración Propia

## COLOCACION DE LAS MUESTRAS DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL HORNO



Fuente: Elaboración Propia

## PREPARACION DE MUESTRA PARA ENSAYO DE CORTE DIRECTO



Fuente: Elaboración Propia

## EQUIPO DE TRABAJO



Fuente: Elaboración Propia