



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

---

**“Caracterización del comportamiento frente al fuego de tres tipos de suelos provenientes de las parroquias Pomona, Tarqui, Diez de Agosto del cantón Pastaza de la provincia de Pastaza utilizados en obras civiles”**

---

Trabajo de Titulación, Modalidad trabajo experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato

**AUTOR:** Núñez Núñez Joel Sebastián

**TUTOR:** Ing. Pérez Maldonado Ruth Lorena, Mg.

**Ambato – Ecuador**

**Junio / 2025**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo experimental, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES”**, elaborado por el estudiante, Joel Sebastián Núñez Núñez, portador de la cédula de ciudadanía número 1805286695, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

### Certifico que:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, junio 2025

Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado, Mg.

C.C. 1710320332

**TUTOR**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Joel Sebastián Núñez Núñez**, con C.C. 1805286695, declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente trabajo experimental con el tema: **“CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del trabajo experimental, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, junio 2025



---

Joel Sebastián Núñez Núñez

C.C. 1805286695

**AUTOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi trabajo experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, junio 2025



---

Joel Sebastián Nuñez Nuñez

C.C. 1805286695

**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del trabajo experimental, realizado por el estudiante Joel Sebastián Nuñez Nuñez, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES”**.

Ambato, junio 2025

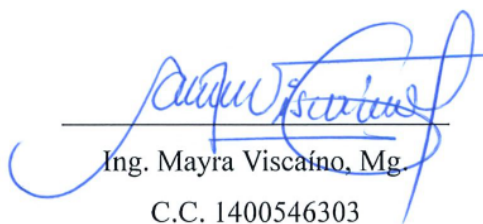
Para constancia firma:



Ing. Santiago Medina, Mg.

C.C. 1802324481

**MIEMBRO CALIFICADOR**



Ing. Mayra Viscaino, Mg.

C.C. 1400546303

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

A mis padres, Alexandra y Vicente  
por su sacrificio constante,  
y por inculcarme los valores.

A mis hermanos Xavier y Diego  
por su aliento y compañía  
durante las jornadas de estudio.

A Monse, por tu apoyo,  
y valiosa compañía siempre  
A todos ustedes, dedico este logro.

## AGRADECIMIENTO

Ante todo, expreso mi gratitud a Dios, por guiar mi camino, darme fortaleza en los momentos difíciles y bendecirme con la oportunidad de culminar esta etapa académica.

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida. A mi madre, Alexandra Núñez, por su amor incondicional, sus consejos y su incansable apoyo en cada paso que doy. A mi padre, Vicente Núñez, por enseñarme el valor del trabajo y la perseverancia.

A Diego y Xavier mis hermanos, por su compañía, comprensión y aliento constante durante este proceso académico.

A Monse por acompañarme, presionarme y brindarme su apoyo en el transcurso de esta etapa y proceso de aprendizaje.

A mis amigos, quienes compartieron conmigo alegrías y desafíos en este recorrido universitario, y cuya amistad ha sido un regalo invaluable.

A mi tutora, Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado, por su guía, paciencia y dedicación. Sus conocimientos y orientaciones han sido fundamentales para la realización de este trabajo de investigación.

A la Universidad Técnica de Ambato, noble institución que me acogió en sus aulas y me brindó las herramientas necesarias para mi formación profesional. Mi gratitud por el conocimiento impartido y los valores inculcados durante estos años de estudio.

A todos ustedes, mi eterna gratitud por contribuir a este logro que hoy se materializa.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

|                                         |       |
|-----------------------------------------|-------|
| PORTADA.....                            | i     |
| APROBACIÓN DEL TUTOR .....              | ii    |
| AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ..... | iii   |
| DERECHOS DE AUTOR .....                 | iv    |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....  | v     |
| DEDICATORIA .....                       | vi    |
| AGRADECIMIENTO .....                    | vii   |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO .....       | viii  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                 | x     |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                  | xiii  |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....                  | xv    |
| SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.....   | xviii |
| RESUMEN EJECUTIVO .....                 | xix   |
| ABSTRACT .....                          | xx    |
| CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO.....         | 1     |
| I.    JUSTIFICACIÓN.....                | 1     |
| II.   ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS ..... | 3     |
| III.  OBJETIVOS.....                    | 8     |
| A.  OBJETIVO GENERAL .....              | 8     |
| B.  OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....          | 8     |
| CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA .....         | 9     |
| I.    EQUIPOS Y MATERIALES .....        | 9     |
| A.  FASE I.....                         | 10    |
| B.  FASE II.....                        | 16    |
| C.  FASE III .....                      | 19    |
| II.   MÉTODOS.....                      | 20    |

|                                                   |                                             |    |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|----|
| A.                                                | FASE I.....                                 | 21 |
| B.                                                | FASE II.....                                | 31 |
| C.                                                | FASE III .....                              | 34 |
| III.                                              | HIPÓTESIS .....                             | 35 |
| CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....       |                                             | 36 |
| I.                                                | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 36 |
| A.                                                | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO .....               | 36 |
| B.                                                | GRAVEDAD ESPECÍFICA .....                   | 38 |
| C.                                                | LÍMITES DE ATTERBERG .....                  | 41 |
| D.                                                | PERMEABILIDAD .....                         | 43 |
| E.                                                | COMPACTACIÓN DEL SUELO .....                | 46 |
| F.                                                | CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).....         | 48 |
| G.                                                | ÍNDICE DE INFLAMABILIDAD .....              | 51 |
| H.                                                | DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....               | 53 |
| II.                                               | VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS .....             | 54 |
| A.                                                | HIPÓTESIS ALTERNATIVA .....                 | 54 |
| CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... |                                             | 55 |
| I.                                                | CONCLUSIONES .....                          | 55 |
| II.                                               | RECOMENDACIONES .....                       | 57 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                  |                                             | 58 |
| ANEXOS.....                                       |                                             | 61 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fig. 1: Balanza electrónica BOECO .....                                                              | 10 |
| Fig. 2: Horno Industrial CONTROLS.....                                                               | 10 |
| Fig. 3: Horno de quemado de muestras artesanal con mapa de calor a la temperatura de 750°C.<br>..... | 10 |
| Fig. 4: Conjunto de Tamices HUMBOLDT .....                                                           | 11 |
| Fig. 5: Máquina de vibración CONTROLS .....                                                          | 11 |
| Fig. 6: Picnómetro de 500ml .....                                                                    | 12 |
| Fig. 7: Embudo K casa pica .....                                                                     | 12 |
| Fig. 8: Termómetro.....                                                                              | 12 |
| Fig. 9: Pipeta .....                                                                                 | 13 |
| Fig. 10: Copa de Casagrande.....                                                                     | 13 |
| Fig. 11: Mortero y pestillo.....                                                                     | 13 |
| Fig. 12: Espátula.....                                                                               | 14 |
| Fig. 13: Recipientes.....                                                                            | 14 |
| Fig. 14: Placa de vidrio .....                                                                       | 14 |
| Fig. 15: Permeámetro de carga constante.....                                                         | 15 |
| Fig. 16: Probeta graduada de 25ml.....                                                               | 15 |
| Fig. 17: Cronómetro celular APPLE .....                                                              | 15 |
| Fig. 18: Flexómetro STANLEY .....                                                                    | 16 |
| Fig. 19: Calibrador pie de rey STARRETT.....                                                         | 16 |
| Fig. 20: Martillo cilíndrico .....                                                                   | 16 |
| Fig. 21: Molde cilíndrico.....                                                                       | 17 |
| Fig. 22: Retorta.....                                                                                | 17 |
| Fig. 23: Palustre.....                                                                               | 18 |
| Fig. 24: Enrazador .....                                                                             | 18 |
| Fig. 25: Probeta graduada de 1000ml.....                                                             | 19 |
| Fig. 26: Pesa ranurada y anular .....                                                                | 19 |
| Fig. 27: Máquina MULTISPEED.....                                                                     | 19 |
| Fig. 28: Soplete de combustión.....                                                                  | 20 |
| Fig. 29: Termómetro de temperatura digital LANDETEK .....                                            | 20 |
| Fig. 30. Tamices y máquina de vibración.....                                                         | 22 |
| Fig. 31. Gravedad Específica de sólidos de los Suelos. ....                                          | 26 |

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fig. 32. Límite líquido.....                                                                                               | 28 |
| Fig. 33.Límite Plástico .....                                                                                              | 29 |
| Fig. 34.Permeabilidad .....                                                                                                | 30 |
| Fig. 35.Proctor Modificado tipo B .....                                                                                    | 32 |
| Fig. 36.Muestras para CBR.....                                                                                             | 33 |
| Fig. 37.Ensayo CBR.....                                                                                                    | 34 |
| Fig. 38.Inflamabilidad del suelo.....                                                                                      | 35 |
| Fig. 39: Granulometría muestra natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto.....                                        | 36 |
| Fig. 40: Granulometría muestra natural vs 750°C de la parroquia Tarqui .....                                               | 37 |
| Fig. 41: Granulometría muestra natural vs 750°C de la parroquia Pomona .....                                               | 38 |
| Fig. 42: Gravedad específica en estado natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto .....                               | 39 |
| Fig. 43: Gravedad específica en estado natural vs 750°C de la parroquia Tarqui.....                                        | 40 |
| Fig. 44: Gravedad específica en estado natural vs 750°C de la parroquia Pomona.....                                        | 40 |
| Fig. 45: Límite líquido, límite plástico e índice plástico en estado natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto ..... | 41 |
| Fig. 46: Límite líquido, límite plástico e índice plástico en estado natural vs 750°C de la parroquia Tarqui.....          | 42 |
| Fig. 47: Límite líquido, límite plástico e índice plástico en estado natural vs 750°C de la parroquia Pomona.....          | 43 |
| Fig. 48: Coeficientes de permeabilidad de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto.....                  | 44 |
| Fig. 49: Coeficientes de permeabilidad de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Tarqui .....                         | 45 |
| Fig. 50: Coeficientes de permeabilidad de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Pomona .....                         | 45 |
| Fig. 51: Densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto .....   | 46 |
| Fig. 52: Densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Tarqui.....            | 47 |
| Fig. 53: Densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Pomona.....            | 48 |
| Fig. 54: %CBR (California Bearing Ratio) de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto .....               | 49 |

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fig. 55: %CBR (California Bearing Ratio) de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Tarqui .....    | 50 |
| Fig. 56: %CBR (California Bearing Ratio) de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Pomona .....    | 51 |
| Fig. 57: Resultados de inflamabilidad de la muestra natural a 750°C de la parroquia Diez de Agosto..... | 51 |
| Fig. 58: Resultados de inflamabilidad de la muestra natural a 750°C de la parroquia Tarqui .            | 52 |
| Fig. 59: Resultados de inflamabilidad de la muestra natural a 750°C de la parroquia Pomona .....        | 53 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABLA I PARROQUIA, MUESTRAS, COORDENADAS UTM Y MATERIAL.....                                                                       | 9  |
| TABLA II MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA ..                                                                  | 11 |
| TABLA III MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE GRAVEDAD<br>ESPECÍFICA DEL SUELO .....                                           | 12 |
| TABLA IV MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO.....                                                               | 13 |
| TABLA V MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE LIMITE PLÁSTICO....                                                                | 14 |
| TABLA VI MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE PERMEABILIDAD ...                                                                 | 15 |
| TABLA VII MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE COMPACTACIÓN ...                                                                 | 17 |
| TABLA VIII MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO CBR .....                                                                          | 18 |
| TABLA IX MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE INFLAMABILIDAD .                                                                  | 20 |
| TABLA X NÚMERO DE TAMIZ Y ABERTURA.....                                                                                            | 21 |
| TABLA XI SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS “Manual de laboratorio de suelos en<br>ingeniería civil” [26].....                          | 24 |
| TABLA XII VALORES Y RANGOS ESTÁNDAR DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL<br>SUELO SEGÚN SU TIPO Djoenaidi (1985), Apud Bardet (1997)..... | 26 |
| TABLA XIII FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA.....                                                                               | 27 |
| TABLA XIV CLASIFICACIÓN DE PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS. P. Powers, A.<br>Corwin, P. Schmall, W. Kaeck.....                         | 31 |
| TABLA XV CARACTERÍSTICAS DE PERMEABILIDAD. Soil Mechanics in Engineering<br>Practice Karl Terzaghi. ....                           | 31 |
| TABLA XVI: RESULTADO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA PARROQUIA<br>DIEZ DE AGOSTO.....                                            | 36 |
| TABLA XVII: RESULTADO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA PARROQUIA<br>TARQUI .....                                                  | 37 |
| TABLA XVIII: RESULTADO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA PARROQUIA<br>POMONA.....                                                  | 38 |
| TABLA XIX: RESULTADO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA EN ESTADO NATURAL VS<br>750°C DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO .....                  | 38 |
| TABLA XX: RESULTADO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA EN ESTADO NATURAL VS<br>750°C DE LA PARROQUIA TARQUI.....                            | 39 |
| TABLA XXI: RESULTADO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA EN ESTADO NATURAL VS<br>750°C DE LA PARROQUIA POMONA .....                          | 40 |

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABLA XXII: RESULTADOS DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG EN ESTADO NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO.....                             | 41 |
| TABLA XXIII: RESULTADOS DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG EN ESTADO NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA TARQUI .....                                   | 42 |
| TABLA XXIV: RESULTADOS DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG EN ESTADO NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA POMONA.....                                     | 42 |
| TABLA XXV: RESULTADOS DE PERMEABILIDAD DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO .....                                                                   | 43 |
| TABLA XXVI: RESULTADOS DE PERMEABILIDAD DE LA PARROQUIA TARQUI...                                                                             | 44 |
| TABLA XXVII: RESULTADOS DE PERMEABILIDAD DE LA PARROQUIA POMONA                                                                               | 45 |
| TABLA XXVIII: RESULTADOS DE LA DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO..... | 46 |
| TABLA XXIX: RESULTADOS DE LA DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA TARQUI.....           | 47 |
| TABLA XXX: RESULTADOS DE LA DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA POMONA ..              | 47 |
| TABLA XXXI: RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN DEL CBR SEGÚN LA AASHTO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO.....             | 48 |
| TABLA XXXII: RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN DEL CBR SEGÚN LA AASHTO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA TARQUI .....                   | 49 |
| TABLA XXXIII: RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN DEL CBR SEGÚN LA AASHTO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA POMONA.....                   | 50 |
| Tabla XXXIV: TABLA GENERAL DE RESULTADOS DE PARROQUIAS Y ENSAYOS .                                                                            | 53 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1: Granulométrica en estado natural de la parroquia Diez de Agosto .....                                              | 62 |
| Anexo 2: Granulométrica en estado de 750°C de la parroquia Diez de Agosto .....                                             | 63 |
| Anexo 3: Granulométrica en estado natural de la parroquia Tarqui.....                                                       | 64 |
| Anexo 4: Granulométrica en estado de 750°C de la parroquia Tarqui.....                                                      | 65 |
| Anexo 5: Granulométrica en estado natural de la parroquia Pomona.....                                                       | 66 |
| Anexo 6: Granulométrica en estado de 750°C de la parroquia Pomona.....                                                      | 67 |
| Anexo 7: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado natural de la parroquia Diez de Agosto .....  | 68 |
| Anexo 8: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado de 750°C de la parroquia Diez de Agosto ..... | 69 |
| Anexo 9: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado natural de la parroquia Tarqui.....           | 70 |
| Anexo 10: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado de 750°C de la parroquia Tarqui.....         | 71 |
| Anexo 11: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado natural de la parroquia Pomona.....          | 72 |
| Anexo 12: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado de 750°C de la parroquia Pomona.....         | 73 |
| Anexo 13: Límite líquido y plástico en estado natural de la parroquia Diez de Agosto .....                                  | 74 |
| Anexo 14: Límite líquido y plástico en estado de 750°C de la parroquia Diez de Agosto .....                                 | 75 |
| Anexo 15: Límite líquido y plástico en estado natural de la parroquia Tarqui .....                                          | 76 |
| Anexo 16: Límite líquido y plástico en estado de 750°C de la parroquia Tarqui .....                                         | 77 |
| Anexo 17: Límite líquido y plástico en estado natural de la parroquia Pomona .....                                          | 78 |
| Anexo 18: Límite líquido y plástico en estado de 750°C de la parroquia Pomona.....                                          | 79 |
| Anexo 19: Permeabilidad en estado natural de la parroquia Diez de Agosto .....                                              | 80 |
| Anexo 20: Permeabilidad en estado de 750°C de la parroquia Diez de Agosto .....                                             | 81 |
| Anexo 21: Permeabilidad en estado natural de la parroquia Tarqui.....                                                       | 82 |
| Anexo 22: Permeabilidad en estado de 750°C de la parroquia Tarqui.....                                                      | 83 |
| Anexo 23: Permeabilidad en estado natural de la parroquia Pomona.....                                                       | 84 |
| Anexo 24: Permeabilidad en estado de 750°C de la parroquia Pomona.....                                                      | 85 |

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Anexo 25: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado natural de la parroquia Diez de Agosto .....       | 86  |
| Anexo 26: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado de 750°C de la parroquia Diez de Agosto .....      | 87  |
| Anexo 27: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado natural de la parroquia Tarqui.....                | 88  |
| Anexo 28: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado de 750°C de la parroquia Tarqui.....               | 89  |
| Anexo 29: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado natural de la parroquia Pomona.....                | 90  |
| Anexo 30: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado de 750°C de la parroquia Pomona.....               | 91  |
| Anexo 31: Muestra en estado natural para el ensayo CBR de la parroquia Diez de Agosto ..                                     | 92  |
| Anexo 32: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado natural de la parroquia Diez de Agosto.....   | 93  |
| Anexo 33: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra natural de la parroquia Diez de Agosto.....                            | 94  |
| Anexo 34: Muestra en estado de 750°C para el ensayo CBR de la parroquia Diez de Agosto .....                                 | 95  |
| Anexo 35: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado de 750°C de la parroquia Diez de Agosto ..... | 96  |
| Anexo 36: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra de 750°C de la parroquia Diez de Agosto.....                           | 97  |
| Anexo 37: Muestra en estado natural para el ensayo CBR de la parroquia Tarqui.....                                           | 98  |
| Anexo 38: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado natural de la parroquia Tarqui.....           | 99  |
| Anexo 39: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra natural de la parroquia Tarqui ..                                      | 100 |
| Anexo 40: Muestra en estado de 750°C para el ensayo CBR de la parroquia Tarqui.....                                          | 101 |
| Anexo 41: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado de 750°C de la parroquia Tarqui.....          | 102 |
| Anexo 42: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra de 750°C de la parroquia Tarqui .....                                  | 103 |
| Anexo 43: Muestra en estado natural para el ensayo CBR de la parroquia Pomona.....                                           | 104 |

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Anexo 44: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado natural de la parroquia Pomona ..... | 105 |
| Anexo 45: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra natural de la parroquia Pomona                                | 106 |
| Anexo 46: Muestra en estado de 750°C para el ensayo CBR de la parroquia Pomona .....                                | 107 |
| Anexo 47: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado de 750°C de la parroquia Pomona..... | 108 |
| Anexo 48: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra de 750°C de la parroquia Pomona .....                         | 109 |
| Anexo 49: Inflamabilidad del suelo de la parroquia Diez de Agosto.....                                              | 110 |
| Anexo 50: Inflamabilidad del suelo de la parroquia Tarqui .....                                                     | 111 |
| Anexo 51: Inflamabilidad del suelo de la parroquia Pomona .....                                                     | 112 |

**SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS**

|               |                                                                     |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>CBR</b>    | Californian Bearing Ratio                                           |
| <b>LL</b>     | Limite Liquido                                                      |
| <b>IP</b>     | Índice de plasticidad                                               |
| <b>LP</b>     | Limite Plástico                                                     |
| <b>ASTM</b>   | American Society for Testing and Materials                          |
| <b>AASHTO</b> | American Association of State Highway and Transportation Officials  |
| <b>NTE</b>    | Norma Técnica Ecuatoriana.                                          |
| <b>INEN</b>   | Instituto Ecuatoriano de Normalización                              |
| <b>SUCS</b>   | Clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos |

## RESUMEN EJECUTIVO

La ingeniería civil enfrenta desafíos crecientes relacionados con el comportamiento de suelos bajo condiciones extremas, particularmente la exposición directa al fuego. En la provincia de Pastaza, región amazónica del Ecuador caracterizada por suelos ampliamente utilizados en obras civiles según directrices del MTOP, existe una notable ausencia de estudios que analicen los efectos de la exposición térmica sobre las propiedades geotécnicas. Esta carencia de conocimiento impide establecer criterios adecuados de diseño ante escenarios de incendios forestales, situación que se agrava considerando el incremento de estos eventos debido al cambio climático y actividades antrópicas. La presente investigación tuvo como objetivo general caracterizar el comportamiento frente al fuego de tres tipos de suelos provenientes de las parroquias Pomona, Tarqui y Diez de Agosto del cantón Pastaza, estableciendo sus propiedades físicas y mecánicas antes y después de la exposición a 750°C, así como determinando su inflamabilidad.

El trabajo experimental se desarrolló siguiendo normativas AASHTO, ASTM y NTE INEN para garantizar la precisión y reproducibilidad de los resultados. La metodología se estructuró en tres fases complementarias que incluyeron la caracterización física mediante ensayos de granulometría, gravedad específica, límites de Atterberg y permeabilidad, seguida de la evaluación de propiedades mecánicas a través de ensayos Proctor y CBR. Las muestras fueron sometidas a tratamiento térmico controlado a 750°C para simular condiciones de exposición al fuego, realizándose análisis comparativos entre estados natural y post térmico.

Los resultados evidenciaron transformaciones significativas en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos analizados. La exposición a 750°C provocó reducciones notables en la masa original, modificaciones volumétricas y alteraciones en la densidad aparente y porosidad. La parroquia Pomona presentó la mayor variabilidad granulométrica con disminución del 5.17% en arenas e incremento del 3.32% en finos, además del mayor aumento en índice de plasticidad 88.89%. Tarqui evidenció el cambio más significativo en gravedad específica, incrementándose 5.65% hasta 2.854, y la mayor reducción en capacidad de soporte con CBR disminuyendo 34.73%. Diez de Agosto mostró la menor permeabilidad  $1.98 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$  con posterior reducción tras exposición térmica. Estos hallazgos confirman que la exposición al fuego genera cambios drásticos que comprometen el comportamiento geotécnico, destacando la importancia crítica de considerar estos efectos en el diseño de infraestructuras y establecimiento de medidas preventivas en regiones propensas a incendios forestales.

**PALABRAS CLAVES:** SUELO, PASTAZA, POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO, PROPIEDADES FÍSICAS, PROPIEDADES MECÁNICAS, INFLAMABILIDAD.

## ABSTRACT

Civil engineering increasingly faces challenges related to soil behavior under extreme conditions, particularly direct exposure to fire. In Pastaza Province, an Amazonian region of Ecuador where soils are widely used in civil works under MTOP guidelines, there is a notable lack of studies analyzing the effects of thermal exposure on geotechnical properties. This knowledge gap hinders the development of appropriate design criteria for wildfire scenarios—an issue exacerbated by the growing frequency of such events due to climate change and anthropogenic activities. The primary objective of this research was to characterize the fire-induced behavior of three soil types from the parishes of Pomona, Tarqui, and Diez de Agosto, located in the Pastaza canton. The study examined physical and mechanical properties before and after exposure to 750°C, including an assessment of soil flammability.

The experimental work was conducted in accordance with AASHTO, ASTM, and NTE INEN standards to ensure accuracy and reproducibility. The methodology was structured into three complementary phases: physical characterization through grain size distribution, specific gravity, Atterberg limits, and permeability tests; followed by mechanical property evaluation using Proctor and CBR tests. Soil samples were subjected to controlled thermal treatment at 750°C to simulate fire exposure, with comparative analyses conducted between natural and post-thermal states.

The results revealed significant transformations in the physical and mechanical properties of the tested soils. Exposure to 750°C caused notable mass loss, volumetric changes, and alterations in bulk density and porosity. Pomona exhibited the greatest granulometric variability, with a 5.17% decrease in sand content and a 3.32% increase in fines, along with the highest plasticity index increase 88.89%. Tarqui showed the most significant change in specific gravity, rising by 5.65% to 2.854, and the greatest reduction in bearing capacity, with CBR values dropping by 34.73%. Diez de Agosto recorded the lowest permeability at 1.98E-5 cm/s, which further decreased after thermal exposure. These findings confirm that fire exposure induces drastic changes that compromise geotechnical performance, underscoring the critical importance of integrating these effects into infrastructure design and preventive strategies in fire-prone regions.

**KEYWORDS:** SOIL, PASTAZA, POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO, PHYSICAL PROPERTIES, MECHANICAL PROPERTIES, FLAMMABILITY.

## CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

### I. JUSTIFICACIÓN

La principal problemática que motiva la presente investigación radica en la necesidad de comprender de manera integral el comportamiento que desarrollan los suelos ante su exposición directa al fuego. En este sentido, la ingeniería geotécnica se enfrenta constantemente a desafíos relacionados con condiciones extremas, dentro de las cuales la incidencia de altas temperaturas producto de incendios o eventos térmicos representa un fenómeno que, si bien es poco explorado en la literatura especializada, adquiere una relevancia creciente. Esta situación se torna especialmente crítica en regiones propensas a incendios forestales o en entornos urbanos e industriales donde el fuego podría comprometer la estabilidad del terreno circundante, afectando directamente la funcionalidad y seguridad de las obras civiles.[1]. Por otro lado, se debe considerar que la exposición de los suelos al calor extremo puede provocar transformaciones físicas, químicas y mecánicas significativas, tales como la pérdida de humedad, la combustión de materia orgánica, la deshidratación de minerales hidratados, y la modificación de la estructura interna del suelo. Estas alteraciones conllevan, entre otras consecuencias, a una disminución de la densidad aparente, pérdida de cohesión y cambios en el ángulo de fricción interna, afectando así la capacidad portante y la estabilidad general de las estructuras cimentadas sobre dichos suelos. Además, el aumento de la impermeabilidad como resultado de la vitrificación parcial o la pérdida de porosidad del suelo puede generar problemas de drenaje, acumulación de agua, escorrentía superficial y erosión, factores que elevan el riesgo de fallas geotécnicas como deslizamientos o asentamientos diferenciales.[2]

Particularmente, la provincia de Pastaza, ubicada en la región amazónica del Ecuador, presenta características edafológicas únicas asociadas a su contexto geográfico, su régimen de lluvias intensas y su origen volcánico-sedimentario. Estos suelos son comúnmente empleados como material de construcción en diversas obras civiles —tales como terraplenes, subrasantes, bases de pavimentos y rellenos estructurales— conforme a las directrices del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP, 2022). No obstante, a pesar de su uso extendido, existe una notoria ausencia de estudios técnicos y científicos que analicen el efecto de la exposición al fuego sobre sus propiedades. Esta carencia de conocimiento impide establecer criterios adecuados de diseño o rehabilitación ante escenarios de incendios. [3]. Asimismo, la degradación térmica del suelo no es homogénea y depende de variables como el tipo de suelo, el contenido de humedad, la intensidad del calor y la duración del evento térmico. Investigaciones recientes han evidenciado que temperaturas superiores a los 400 °C pueden desencadenar pérdidas significativas de masa, contracciones volumétricas, formación de micro

fisuras y alteraciones en la capacidad de drenaje, lo cual se traduce en un comportamiento mecánico menos favorable para aplicaciones geotécnicas. Estos cambios también afectan la cohesión interna del suelo, pudiendo inducir inestabilidad en laderas o fundaciones someras en casos donde no se implementen medidas preventivas adecuadas. [4]. Disminución de la capacidad de drenaje y permeabilidad de los suelos causados por la alteración química del suelo, disminuyendo su capacidad de filtración y evacuación de agua, posibles colapsos por acumulación de agua y saturación del suelo incrementando la probabilidad de fallas y deslizamiento de tierras, en casos más extremistas, esto puede provocar la acumulación de agua sobre la superficie, generando problemas de escorrentía y erosión superficial. La falta de drenaje también debilita la cohesión del suelo. [5]

En el ámbito normativo nacional, si bien la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-GM, 2015) establece parámetros para la caracterización geotécnica convencional de suelos, no contempla de forma específica el estudio de su comportamiento ante condiciones de temperatura extrema. Esta omisión representa una brecha tanto técnica como normativa que podría comprometer la seguridad de infraestructuras estratégicas, particularmente en regiones como la Amazonía ecuatoriana, donde el cambio climático y la actividad antrópica han incrementado la frecuencia e intensidad de incendios forestales.[6]

En consecuencia, se hace imperativo desarrollar investigaciones que permitan caracterizar el comportamiento térmico de los suelos de Pastaza y establecer lineamientos técnicos para el diseño geotécnico en contextos de riesgo térmico. Esta línea de estudio contribuirá no solo al fortalecimiento del conocimiento científico en el área de geotecnia, sino también a la elaboración de políticas públicas y normas técnicas que favorezcan la construcción de infraestructuras más resilientes, sostenibles y adaptadas a escenarios de cambio climático.

## II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La literatura científica ha documentado de forma consistente que las altas temperaturas provocan transformaciones sustanciales en las propiedades físicoquímicas y mecánicas de los suelos, lo cual resulta de gran relevancia en el ámbito de la ingeniería geotécnica. En particular, se ha evidenciado que estos cambios no solo dependen de la magnitud térmica alcanzada, sino también de la naturaleza mineralógica del suelo y de su estructura interna. Por ejemplo, estudios como el de Chen (2020)[7] han demostrado que al superar los 100 °C se producen alteraciones estructurales en la red cristalina de minerales arcillosos, provocando pérdida de agua estructural y afectando directamente la cohesión interna del suelo. De manera complementaria, Ozkan (2019) [8] identificó una disminución notable en la capacidad portante y en la compresibilidad de suelos cohesivos y granulares cuando fueron expuestos a fuentes térmicas intensas, evidenciando modificaciones en propiedades críticas como la granulometría, la permeabilidad, la gravedad específica y los límites de Atterberg.

Cabe señalar que estas propiedades tienen una influencia directa sobre la estabilidad general del suelo, su comportamiento bajo carga y su eficiencia como material estructural. Así, la afectación térmica se manifiesta a través de procesos como la deshidratación progresiva, el agrietamiento por contracción térmica, la oxidación de componentes orgánicos y la descomposición de minerales hidratados, todos los cuales impactan negativamente en la resistencia al corte y en la compacidad del suelo.

En este contexto, la caracterización del comportamiento térmico de los suelos utilizados en obras civiles en las parroquias Pomona, Tarqui y Diez de Agosto del cantón Pastaza constituye una contribución significativa al conocimiento geotécnico regional, en tanto responde a una problemática específica vinculada a la exposición a incendios forestales, cada vez más frecuentes en la Amazonía ecuatoriana. Esta investigación se enfoca en analizar cómo propiedades físicas fundamentales tales como la granulometría, la gravedad específica, los límites de Atterberg y la permeabilidad, así como parámetros de resistencia y compactación (ensayos Proctor y CBR), se ven modificados al someter las muestras de suelo a temperaturas cercanas a los 750 °C.

Esta simulación experimental busca representar diferentes grados de intensidad térmica, con el fin de identificar patrones de alteración en las propiedades mecánicas. En efecto, estudios previos como los de Tang (2018) [9] han señalado que los suelos expuestos a altas temperaturas pueden experimentar pérdida de cohesión, cambios en la estructura mineralógica, colapsos microestructurales y disminución de su capacidad portante, aspectos que comprometen su uso en cimentaciones o estructuras de contención. Además, se ha documentado que las

transformaciones térmicas también reducen la permeabilidad de los suelos debido a la obstrucción de poros y la vitrificación parcial, lo cual, a su vez, incrementa los riesgos de saturación superficial, escorrentía y erosión en eventos de precipitación posterior al incendio.

De igual manera, Minervini (2018) [10], a través de ensayos de laboratorio con control de temperatura, identificó fenómenos críticos en suelos arcillosos tales como el desarrollo de fisuración superficial, la variación en los valores de densidad seca máxima y la alteración del índice plástico, resaltando la necesidad de incluir criterios térmicos en los procedimientos de diseño geotécnico.

Por otro lado, la caracterización geotécnica ha evolucionado considerablemente en los últimos cinco años, incorporando enfoques que permiten correlacionar las propiedades índices con el comportamiento mecánico de los suelos bajo diversas condiciones de estrés. Investigaciones como la de Concilium (2024) [11] han establecido que la presencia elevada de finos en suelos cohesivos puede derivar en una reducción significativa de la capacidad portante, aspecto verificado mediante ensayos CBR realizados en condiciones de laboratorio. Asimismo, Szilágyi et al. (2021) [12] demostraron que existe una correlación logarítmica ( $R^2 = 0.87$ ) entre la permeabilidad hidráulica y la densidad seca máxima obtenida en ensayos Proctor Modificado, lo que permite inferir el comportamiento hidrodinámico de los suelos a partir de sus características de compactación.[13]

En conjunto, estos antecedentes respaldan la necesidad de una investigación localizada en la región amazónica ecuatoriana, que permita comprender los efectos del fuego sobre los suelos naturales utilizados en infraestructura civil, y que sirva como base para la eventual inclusión de parámetros térmicos en la normativa geotécnica nacional.

En otro aspecto, el ensayo de CBR (California Bearing Ratio) es una técnica ampliamente aplicada en la ingeniería civil para determinar la capacidad de soporte de los suelos, con especial relevancia en el diseño de pavimentos y caminos. Esta prueba, creada originalmente por el Departamento de Transporte de California, permite calcular la resistencia de un suelo al comparar su capacidad de soportar cargas con un material de referencia de alta resistencia, al cual se le asigna un valor de CBR del 100%. [14]

En consecuencia, un CBR alto sugiere que el suelo tiene mayor capacidad para soportar cargas importantes, por ello, el CBR se expresa en términos porcentuales y es una herramienta clave en la evaluación preliminar del suelo para garantizar un diseño óptimo en infraestructuras viales. Así, el ensayo de CBR permite anticipar deformaciones en el pavimento, contribuyendo a la durabilidad y seguridad de la estructura. [14]

Este trabajo se enmarca en la creciente necesidad de comprender cómo los materiales geotécnicos responden ante condiciones extremas, particularmente aquellas relacionadas con el estrés térmico. Esta línea de investigación ha cobrado relevancia en las últimas décadas debido al aumento en la frecuencia de eventos asociados a incendios forestales, erupciones volcánicas y actividades antrópicas de alto riesgo. En este contexto, investigaciones como las desarrolladas por Yilmaz (2022) han aportado evidencia detallada sobre las alteraciones microestructurales que sufren las arcillas cuando son sometidas a gradientes térmicos significativos, incluyendo fenómenos como la desorganización de la estructura laminar y la pérdida de capacidad de adsorción de agua. Estas transformaciones tienen un impacto directo en la respuesta mecánica del suelo, comprometiendo su comportamiento en obras de infraestructura donde actúa como material base o de soporte.

Asimismo, el presente estudio complementa análisis regionales, como los realizados por Díaz (2019) [15], quien caracterizó las propiedades físicas y mecánicas de suelos amazónicos ecuatorianos bajo condiciones estándar, estableciendo parámetros de referencia que permiten ahora evaluar los efectos comparativos del tratamiento térmico en este tipo de materiales. Esta comparación es fundamental para comprender las desviaciones provocadas por el calor en las propiedades originales del suelo.

En el ámbito de la caracterización geotécnica, los límites de consistencia comúnmente conocidos como límites de Atterberg constituyen herramientas esenciales para evaluar el comportamiento plástico de los suelos. Estos parámetros permiten establecer relaciones entre el contenido de humedad y el estado físico del suelo, permitiendo predecir su capacidad de deformación sin fractura. La determinación del límite plástico (LP), límite líquido (LL), índice de plasticidad (IP), índice de liquidez (IL) y límite de contracción, permite clasificar los suelos y anticipar su comportamiento ante cargas externas. En condiciones térmicas extremas, estos límites se ven modificados debido a la alteración del contenido de agua y de la estructura interna del material, afectando directamente su desempeño en campo [16].

Adicionalmente, investigaciones rigurosas como las desarrolladas por Rondón Quintana, Vargas Eduardo y Moreno Ruiz [17] ofrecen evidencia sólida sobre el efecto progresivo e irreversible de la exposición térmica en suelos arcillosos. En particular, se ha observado que, al ser expuestos a temperaturas entre 150 °C y 300 °C durante períodos controlados, estos suelos experimentan transformaciones que van más allá de la superficie, penetrando a nivel microestructural. Entre los cambios más relevantes destacan el colapso parcial de minerales arcillosos, la deshidratación de compuestos interlaminares, y una reorganización de la arquitectura molecular que compromete propiedades como la cohesión, la retención de

humedad y la fricción interna. En línea con lo anterior, Zeng (2022) [18], ha confirmado que estos cambios afectan directamente parámetros esenciales para el diseño geotécnico, como la resistencia al corte, la capacidad de soporte y el comportamiento tensión deformación del suelo.

Por tanto, resulta imperativo enfatizar que estas transformaciones térmicas poseen implicaciones de considerable magnitud para el desempeño estructural de proyectos de ingeniería geotécnica, especialmente en contextos donde las arcillas cumplen funciones clave, como ser base de fundación, componente de terraplenes o material impermeabilizante. La caracterización precisa de estas alteraciones permite no solo identificar los límites de seguridad del material post exposición, sino también establecer criterios técnicos para la rehabilitación de suelos afectados y la planificación de inspecciones post incendio que garanticen la integridad estructural residual del sistema suelo-estructura [17]

Por otro lado, el análisis de la inflamabilidad en suelos representa un campo emergente dentro de la ingeniería civil, particularmente en zonas con altos niveles de humedad y materia orgánica, como es el caso de los suelos amazónicos. En estos entornos, el contenido de agua actúa como un regulador térmico que puede modificar drásticamente las propiedades combustibles del suelo. Conforme a los lineamientos establecidos por normas internacionales como ASTM D2859 y ASTM E1354, es necesario aplicar ensayos que permitan evaluar variables como la temperatura de ignición, la tasa de liberación de calor y la velocidad de propagación de la llama. Estos parámetros no solo permiten estimar el riesgo de ignición, sino también anticipar posibles impactos en la estructura interna del suelo y su desempeño frente a cargas mecánicas posteriores al evento térmico. [19]

Además, estas evaluaciones se traducen en herramientas predictivas para el diseño de infraestructuras seguras en áreas con alta probabilidad de exposición al fuego, contribuyendo a mitigar el riesgo ambiental y estructural. En este sentido, como lo destacan estudios recientes [20], incorporar ensayos de inflamabilidad y análisis térmico en la caracterización geotécnica representa un avance crucial hacia una ingeniería más resiliente, especialmente en contextos de cambio climático y expansión urbana en zonas forestales.

Cabe mencionar que estudios como el de E. Rodríguez García et al. (2021) han demostrado que la exposición a temperaturas superiores a los 500 °C provoca una pérdida considerable de cohesión en suelos arcillosos, junto con una disminución de su capacidad portante y cambios notables en la textura del suelo, lo cual compromete la seguridad estructural de cimentaciones poco profundas [21]. Asimismo, investigaciones desarrolladas por B. Ramírez y A. Guerrero (2020) destacan que la pérdida de plasticidad en suelos finos debido a la exposición térmica es directamente proporcional al contenido inicial de humedad y al tipo de minerales presentes, lo

que repercute en el comportamiento mecánico post incendio, particularmente en regiones con alta pluviosidad y suelos lateríticos como los de la Amazonía ecuatoriana [22]

Por otro lado, desde un enfoque más normativo, el Instituto de Geotecnia de la Universidad Nacional de Colombia señala que los ensayos de límites de Atterberg, cuando se combinan con tratamientos térmicos controlados, permiten identificar cambios críticos en el estado de consistencia del suelo y establecer límites operativos seguros para su uso en obras civiles expuestas a incendios forestales [23]. Estas contribuciones permiten afianzar la necesidad de integrar estudios térmicos en la caracterización geotécnica convencional, especialmente en entornos con riesgo ambiental elevado.

### **III. OBJETIVOS**

#### **A. OBJETIVO GENERAL**

- 1) Caracterizar el comportamiento frente al fuego de tres tipos de suelos provenientes de las parroquias Pomona, Tarqui, Diez de Agosto del cantón Pastaza de la provincia de Pastaza utilizados en obras civiles.

#### **B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Establecer las propiedades físicas de los suelos ensayados (granulometría, gravedad específica, límites de Atterberg, permeabilidad) antes y después de haber sido sometido a altas temperaturas de 750°C, simulando la exposición al fuego.
- 2) Obtener el Proctor y CBR de los tres tipos suelos antes y después de haber sido sometido a altas temperaturas de 750°C, simulando la exposición al fuego.
- 3) Determinar la inflamabilidad de los tres tipos de suelos seleccionados de las parroquias Pomona, Tarqui, Diez de Agosto pertenecientes al canton Pastaza

## CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

En el siguiente apartado la metodología empleada para el trabajo experimental de la caracterización del suelo frente al fuego de las parroquias de Diez de Agosto, Pomona, Tarqui de la provincia de Pastaza se dividió en 3 fases las cuales fueron seleccionadas para una obtención veraz y precisa de resultados con un alto grado de confiabilidad, con respecto a los objetivos establecidos. En la primera fase se determinó las propiedades físicas de los tres tipos de suelos a estudiar, de manera constitutiva la segunda fase se obtuvo el CBR de los tres tipos de suelos, para culminar con la tercera fase en la cual se estableció el índice de inflamabilidad de los suelos. Los métodos empleados se basaron en una metodología mixta, durante la primera y segunda fase se establecieron métodos cuantitativos, finalmente para la tercera fase optó por resultados cualitativos.

TABLA I  
PARROQUIA, MUESTRAS, COORDENADAS UTM Y MATERIAL

| LUGAR                      | MUESTRA                   | COORDENADAS                              | DESCRIPCIÓN                      |
|----------------------------|---------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| Diez de Agosto<br>Zona 18M | Material de<br>excavación | Este: 178243.51 m<br>Norte: 9839301.67 m | Granulometría: Variada del lugar |
| Tarqui<br>Zona 18M         | Material de<br>excavación | Este: 167103.88 m<br>Norte: 9829967.89 m | Granulometría: Variada del lugar |
| Pomona<br>Zona 18M         | Material de<br>excavación | Este: 177442.94 m<br>Norte: 9813944.31 m | Granulometría: Variada del lugar |

### I. EQUIPOS Y MATERIALES

En esta sección se presenta el conjunto de recursos físicos, instrumentos y elementos utilizados para la ejecución del trabajo experimental. La selección de estos materiales se realizó considerando su idoneidad para los procedimientos planteados, garantizando la precisión, confiabilidad y reproducibilidad de los resultados obtenidos. A continuación, se detallan los materiales empleados en las distintas fases del trabajo experimental, clasificados según su naturaleza y función dentro del proceso investigativo y de acuerdo con las normas AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), ASTM (American Society for Testing and Materials), e NTE (Norma Técnica Ecuatoriana) INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). Los dos equipos más importantes son el horno Industrial CONTROLS (Fig. 1) (temperatura de 100°C con una variación de 5°C), la balanza electrónica BOECO (Fig. 2) y un horno de quemado de muestras (Fig. 3) para simular los incendios forestales en contacto con el suelo seleccionado.



Fig. 1: Balanza electrónica BOECO



Fig. 2: Horno Industrial CONTROLS



Fig. 3: Horno de quemado de muestras artesanal con mapa de calor a la temperatura de 750°C.

## A. FASE I

En esta fase se determinó las propiedades físicas de los tres tipos de suelos usando los equipos y materiales de los laboratorios de ingeniería civil de la Universidad Técnica de Ambato. De esta manera en la ejecución de estos ensayos empezaron con la granulometría de los suelos, se requirió de agua para obtención de la gravedad específica de cada suelo, límites de Atterberg y permeabilidad del suelo. Respecto a los equipos que se emplearon son tamices, bandejas, copa de Casagrande, placas de vidrio, alto horno (temperatura de 750 °C con una variación de 5°C) termómetro, picnómetro, matraz y recipientes. Estos son más detallados en las tablas TABLA II hasta la TABLA VI

1) *Ensayo Granulométrico*

TABLA II  
MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

| ENSAYO        | NORMA                          | MATERIALES O EQUIPOS                                                | DETALLE                  |
|---------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Granulometría | AASHTO T80-70<br>ASTM D 422-63 | Muestra de 1000g en estado seco                                     |                          |
|               |                                | Tamices: #4, #8, #10, #16, #30, #40, #50, #60, #100, #200 y bandeja | Marca: Humboldt (Fig. 4) |
|               |                                | Máquina de vibración.                                               | Marca: Controls (Fig. 5) |
|               |                                | Balanza electrónica                                                 | Marca: Boeco (Fig. 1)    |



Fig. 4: Conjunto de Tamices HUMBOLDT



Fig. 5: Máquina de vibración CONTROLS

2) *Ensayo de gravedad específica de los sólidos del suelo*

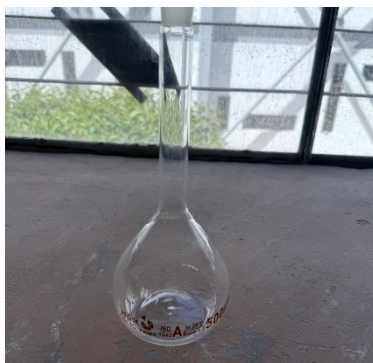


Fig. 6: Picnómetro de 500ml



Fig. 7: Embudo K casa pica

TABLA III  
MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO

| ENSAYO                        | NORMA                      | MATERIALES O EQUIPOS                                             | DETALLE                     |
|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Gravedad específica del suelo | AASHTO T-100<br>ASTM D 854 | Muestra de 50g tamizada por el tamiz #4 en estado seco           |                             |
|                               |                            | Picnómetro de 500ml                                              | Marca: S/N (Fig. 6)         |
|                               |                            | Embudo                                                           | Marca: K casa pica (Fig. 7) |
|                               |                            | Termómetro                                                       | Marca: S/N (Fig. 8)         |
|                               |                            | Pipeta                                                           | Marca: S/N (Fig. 9)         |
|                               |                            | Balanza electrónica                                              | Marca: Boeco (Fig. 1)       |
|                               |                            | Horno Industrial ( $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) | Marca: Controls (Fig. 2)    |

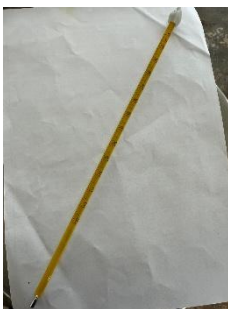


Fig. 8: Termómetro

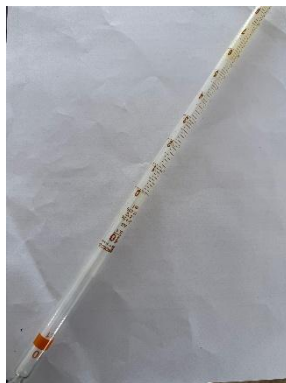


Fig. 9:Pipeta

### 3) Ensayo de límite líquido (L.L.)

TABLA IV  
MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

| ENSAYO         | NORMA                             | MATERIALES O EQUIPOS                                             | DETALLE                  |
|----------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Límite líquido | AASHTO T-90-70<br>ASTM D 4318 - 5 | Muestra de 300g que pasó el tamiz #40 en estado seco             |                          |
|                |                                   | Copa de Casagrande                                               | Marca: S/N (Fig. 10)     |
|                |                                   | Mortero y pestillo                                               | Marca: S/N (Fig. 11)     |
|                |                                   | Recipientes                                                      | Marca: S/N (Fig. 13)     |
|                |                                   | Espátula                                                         | Marca: S/N (Fig. 12)     |
|                |                                   | Balanza electrónica                                              | Marca: Boeco (Fig. 1)    |
|                |                                   | Horno Industrial ( $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) | Marca: Controls (Fig. 2) |



Fig. 10:Copa de Casagrande



Fig. 11: Mortero y pestillo



Fig. 12: Espátula



Fig. 13: Recipientes

#### 4) Ensayo de limite plástico (L.P.)

TABLA V  
MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE LIMITE PLÁSTICO

| ENSAYO          | NORMA                            | MATERIALES O EQUIPOS                                             | DETALLE                  |
|-----------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Limite Plástico | AASHTO T-90-70<br>ASTM D 4318-17 | Muestra de 400g que paso el tamiz #40 en estado seco             |                          |
|                 |                                  | Espátula                                                         | Marca: S/N (Fig. 11)     |
|                 |                                  | Recipientes                                                      | Marca: S/N (Fig. 13)     |
|                 |                                  | Mortero y pestillo                                               | Marca: S/N (Fig. 11)     |
|                 |                                  | Placa de vidrio                                                  | Marca: S/N (Fig. 14)     |
|                 |                                  | Balanza electrónica                                              | Marca: Boeco (Fig. 1)    |
|                 |                                  | Horno Industrial ( $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) | Marca: Controls (Fig. 2) |



Fig. 14: Placa de vidrio

### 5) Ensayo de Permeabilidad del suelo

TABLA VI  
MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE PERMEABILIDAD

| ENSAYO        | NORMA       | MATERIALES O EQUIPOS                         | DETALLE                   |
|---------------|-------------|----------------------------------------------|---------------------------|
| Permeabilidad | ASTM D 2434 | Muestra de alrededor de 1000g en estado seco |                           |
|               |             | Permeámetro de carga constante               | Marca: S/N (Fig. 15)      |
|               |             | Probeta de 25ml                              | Marca: S/N (Fig. 16)      |
|               |             | Cronómetro (Celular)                         | Marca: Apple (Fig. 17)    |
|               |             | Flexómetro                                   | Marca: Stanley (Fig. 18)  |
|               |             | Calibrador pie de rey                        | Marca: Starrett (Fig. 19) |
|               |             | Pistón                                       | Marca: S/N                |
|               |             | Termómetro                                   | Marca: S/N (Fig. 7)       |



Fig. 15: Permeámetro de carga constante



Fig. 16: Probeta graduada de 25ml



Fig. 17: Cronómetro celular APPLE





Fig. 21: Molde cilíndrico



Fig. 22: Retorta

TABLA VII  
MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

| ENSAYO                          | NORMA                     | MATERIALES O EQUIPOS                                         | DETALLE                  |
|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Proctor<br>modificado<br>Tipo B | AASHTO T-180<br>ASTM D698 | Muestra de suelo de 24kg que pasó el tamiz #4 en estado seco |                          |
|                                 |                           | Molde cilíndrico                                             | Marca: S/N (Fig. 21)     |
|                                 |                           | Martillo cilíndrico                                          | Marca: S/N (Fig. 20)     |
|                                 |                           | Probeta graduada de 1000ml                                   | Marca: S/N (Fig. 25)     |
|                                 |                           | Retorta                                                      | Marca: S/N (Fig. 21)     |
|                                 |                           | Palustre                                                     | Marca: S/N (Fig. 23)     |
|                                 |                           | Enrazador                                                    | Marca: S/N (Fig. 24)     |
|                                 |                           | Balanza electrónica                                          | Marca: Boeco (Fig. 1)    |
|                                 |                           | Recipientes                                                  | Marca: S/N (Fig. 13)     |
|                                 |                           | Horno Industrial (100°C ± 5°C)                               | Marca: Controls (Fig. 2) |



Fig. 23: Palustre



Fig. 24: Enrazador

## 2) Ensayo CBR

TABLA VIII  
MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO CBR

| ENSAYO | NORMA                         | MATERIALES O EQUIPOS                                         | DETALLE                     |
|--------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| CBR    | AASHTO T-193<br>ASTM D1883-99 | Muestra de suelo de 18kg que pasó el tamiz #4 en estado seco |                             |
|        |                               | Molde cilíndrico                                             | Marca: S/N (Fig. 21)        |
|        |                               | Martillo cilíndrico                                          | Marca: S/N (Fig. 20)        |
|        |                               | Pesa ranurada y anular                                       | Marca: S/N (Fig. 26)        |
|        |                               | Probeta graduada de 1000ml                                   | Marca: S/N (Fig. 25)        |
|        |                               | Balanza electrónica                                          | Marca: Boeco (Fig. 1)       |
|        |                               | Recipientes                                                  | Marca: S/N (Fig. 13)        |
|        |                               | Maquina Multispeed                                           | Marca: MULTISPEED (Fig. 27) |
|        |                               | Horno Industrial (100°C ± 5°C)                               | Marca: Controls (Fig. 2)    |



Fig. 25: Probeta graduada de 1000ml



Fig. 26: Pesa ranurada y anular



Fig. 27: Máquina MULTISPEED

### C. FASE III

Finalmente, en la tercera y última fase los materiales que se emplearon son algunos mencionados en fases previas. La inflamabilidad es un factor crucial en la ingeniería civil y la gestión de incendios forestales y ambientales se presumió establecer una inflamabilidad de los tres tipos de suelos seleccionados para entender cómo las características de estos cambian según la región. Se detalló los materiales para esta fase a continuación en la TABLA IX:

### 1) Ensayo de inflamabilidad

TABLA IX  
MATERIALES, NORMATIVA PARA EL ENSAYO DE INFLAMABILIDAD

| ENSAYO                   | NORMA                                 | MATERIALES O EQUIPOS                     | DETALLE                   |
|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|
| Índice de inflamabilidad | ASTM D1929<br>NTE INEN-ISO<br>11925-2 | Muestra de suelo de 1000g en estado seco |                           |
|                          |                                       | Bandeja                                  | Marca: S/N                |
|                          |                                       | Enrazador                                | Marca: S/N (Fig. 24)      |
|                          |                                       | Cronómetro (Celular)                     | Marca: Apple (Fig. 17)    |
|                          |                                       | Soplete de combustión                    | Marca: S/N (Fig. 28)      |
|                          |                                       | Termómetro de temperatura digital        | Marca: LANDETEK (Fig. 29) |



Fig. 28: Soplete de combustión



Fig. 29: Termómetro de temperatura digital LANDETEK

## II. MÉTODOS

Habiendo revisado y detallado los materiales, equipos, muestras según las normativas nacionales e internacionales para cada ensayo anteriormente se procedió a establecer los métodos en este trabajo experimental de índole investigativa para conocer los efectos que genera el fuego en las propiedades de los suelos seleccionados para ello se dividió en tres fases que complementen los materiales y equipos para la obtención de los objetivos.

## A. FASE I

La metodología para emplear es el método experimental ya que permite controlar las condiciones del experimento para evaluar cómo las propiedades físicas del suelo cambian con la exposición a 750°C de temperatura con respecto a las naturales. La determinación de las propiedades físicas de los tres tipos de suelos mediante el método cuantitativo y puesto que los ensayos de granulometría, gravedad específica, límites de Atterberg, y permeabilidad presentaron resultados numéricos.

### 1) Ensayo Granulométrico

Se ejecutó un análisis granulométrico con el objeto de determinar cuantitativamente la distribución dimensional de las partículas constituyentes del suelo o agregado en cuestión. La metodología implementada consto de la utilización secuencial de una batería de tamices normalizados con aberturas estandarizadas de dimensiones progresivamente decrecientes detalladas en la TABLA X. Este procedimiento analítico tiene como finalidad principal la obtención de la curva granulométrica característica del material ensayado, así como la consecución de parámetros fundamentales tales como los coeficientes de uniformidad y curvatura, además de la determinación precisa de los porcentajes correspondientes a cada fracción dimensional retenida entre tamices consecutivos, lo cual permitió su adecuada clasificación según sistemas normalizados como AASHTO o SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). [24]

TABLA X  
NÚMERO DE TAMIZ Y ABERTURA

| # Tamiz | ABERTURA<br>(mm) |
|---------|------------------|
| 4       | 4.750            |
| 8       | 2.360            |
| 10      | 2.000            |
| 16      | 1.180            |
| 30      | 0.600            |
| 40      | 0.425            |
| 50      | 0.300            |
| 60      | 0.250            |
| 100     | 0.150            |
| 200     | 0.075            |

Este ensayo fue realizado con una muestra de 1000 gramos de suelo además se usó una serie de tamices de granulometría fina detallados en la TABLA X, en orden decreciente empezando en el tamiz #4 que cuenta con una abertura de 4.75mm hasta el tamiz #200 con abertura de 0.075mm y luego una base, se tapó y se colocó en la

máquina de vibración por periodo de 15 minutos, en cada tamiz se procedió a contabilizar los pesos parciales retenidos en cada uno de los tamices y la bandeja con estos datos se obtuvo el porcentaje que pasa y retiene cada tamiz usados para la curva granulométrica.



Fig. 30. Tamices y máquina de vibración

$$\% \text{Retenido} = \frac{\text{Peso material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de muestra}} * 100 \quad (1)$$

El tamaño máximo nominal (TNM) se define como el tamaño de la abertura del tamiz más pequeña que permite el paso completo del agregado, tolerando hasta un 15% de material retenido acumulado de agregado o suelo tamizado. Los coeficientes de uniformidad y de curvatura se determinaron aplicando las fórmulas descritas en las siguientes ecuaciones, respectivamente. [24]

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (2)$$

Donde:

**Cu**= Coeficiente de uniformidad

**D<sub>60</sub>**= Diámetro dimensional

**D<sub>10</sub>** = Diámetro efectivo

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}} \quad (3)$$

Donde:

**Cc** = Coeficiente de curvatura

**D<sub>60</sub>** = Diámetro dimensional

**D<sub>30</sub>** = Diámetro equiparable

**D<sub>10</sub>** = Diámetro efectivo

### **Clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)**

Los suelos fueron clasificados en dos categorías principales: fracción gruesa y fracción fina. La categoría correspondiente a fracción gruesa son partículas que no lograban atravesar el tamiz #200 (0.074 mm), subdividiéndose en gravas y arenas. En aquellos casos donde más del 50% de los componentes particulados eran retenidos por el tamiz #200, se les denominaba suelos de grano grueso. En contraposición, cuando más del 50% de las partículas conseguían pasar a través del tamiz #200.[25]

Estos se catalogaban como suelos de grano fino , todos estos detalles son obtenidos y planteados en la TABLA XI.

- **W** = Bien graduada
- **P** = Mal graduada
- **M** = Limosas
- **C** = Arcillas

Los sufijos de los Suelos según su cohesión:

- **C** = arcilla
- **M** = limo
- **L** = baja plasticidad
- **H** = alta plasticidad

TABLA XI  
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS “Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil” [26]

| Divisiones mayores                                                                      |                                                                           | Símbolo de grupo                                | Nombres Típicos                                                                                                              | Criterios de clasificación para suelos granulares                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Suelos de grano grueso (más del 50% de la fracción gruesa es menor que el tamiz N° 200) | Gravas (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4) | Gravas Limpias (Pocos o ningún fino)            | GW                                                                                                                           | Gravas bien graduadas, mezcladas gravosas, pocos o ningún fino.                                                                                                                                                                                                                                                                         | $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$<br>$Cc = 1 < D_{230}/D_{10} \cdot D_{60} < 3$ |
|                                                                                         |                                                                           |                                                 | GP                                                                                                                           | Gravas pobremente graduadas, mezcladas grava-arena, pocos o ningún fino.                                                                                                                                                                                                                                                                | No cumplir todos los requisitos de gradación para GW                   |
|                                                                                         |                                                                           | Gravas con finos (Cantidad apreciable de finos) | GM                                                                                                                           | Gravas limosas, mezcla grava-arena-limo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Límite de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$               |
|                                                                                         |                                                                           |                                                 | GC                                                                                                                           | Gravas arcillosas, mezcla grava-arena-arcilla.                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Límite de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$               |
|                                                                                         | Arenas (más de la mitad de la fracción gruesa es menor que el tamiz N° 4) | Arenas Limpias (Poco o ningún fino)             | SW                                                                                                                           | Arenas bien graduadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino.                                                                                                                                                                                                                                                                            | $Cu = D_{60}/D_{10} > 6$<br>$Cc = 1 < D_{230}/D_{10} \cdot D_{60} < 3$ |
|                                                                                         |                                                                           |                                                 | SP                                                                                                                           | Arenas pobremente graduadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino.                                                                                                                                                                                                                                                                      | No cumplir todos los requisitos de gradación para SW                   |
|                                                                                         |                                                                           | Arenas con finos (Cantidad apreciable de finos) | SM                                                                                                                           | Arenas limosas, mezclas arena-limo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Límite de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$               |
|                                                                                         |                                                                           |                                                 | SC                                                                                                                           | Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Límite de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$               |
| Suelos de grano fino (más del 50 % del material pasa el tamiz N° 200)                   | Limos y arcillas (límite líquido WL < 50)                                 | ML                                              | Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con poca plasticidad.                 | 1. Determinar el porcentaje de arenas y gravas de la curva de granulometría.<br>2. Dependiendo del porcentaje de fino (fracción menor que el tamiz N° 200) los suelos gruesos se clasifican como sigue:<br>Menos del 5% - GW, GP, SW, SP<br>Más del 12% - GM, GC, SM, SC<br>De 5 a 12% - Casos de frontera que requieren doble símbolo. |                                                                        |
|                                                                                         |                                                                           | CL                                              | Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a mediana, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |
|                                                                                         |                                                                           | OL                                              | Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |
|                                                                                         | Limos y arcillas (límite líquido WL > 50)                                 | MH                                              | Limos inorgánicos, suelos limosos arenosos finos, suelos elásticos.                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |
|                                                                                         |                                                                           | CH                                              | Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |
|                                                                                         |                                                                           | OH                                              | Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos.                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |
|                                                                                         | Suelos altamente orgánicos                                                | Pt                                              | Turba y otros suelos altamente orgánicos.                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |

## 2) Gravedad Específica de los sólidos del suelo

El propósito fundamental del ensayo de determinación de gravedad específica de sólidos consiste en cuantificar precisamente la relación másico-volumétrica existente entre la densidad de las partículas sólidas que conforman la matriz del suelo y la

densidad del agua de referencia, parámetro indispensable para la caracterización geotécnica del material y subsecuentes análisis de relaciones de fase en la mecánica de suelos. La gravedad específica ( $G_s$ ) se encuentra determinada intrínsecamente por la composición mineralógica constituyente de las partículas edáficas, definiéndose cuantitativamente como el cociente adimensional entre la densidad de la fase sólida y la densidad del agua destilada a temperatura estándar. [27]

$$G_s = \frac{W_s * K}{\text{Desplazamiento del agua}} \quad (4)$$

Donde:

$G_s$ = Gravedad específica

$W_s$ = Peso del suelo seco (g)

$K$ = Factor de corrección de temperatura

$$\text{Desplazamiento del agua} = (W_s + W_{bw}) - W_{bws} \quad (5)$$

Donde:

$W_s$ = Peso del suelo seco (g)

$W_{bw}$ = Peso del picnómetro + agua hasta la marca 500ml (g)

$W_{bws}$ = Peso del picnómetro+ suelos (sin aire) + agua hasta la marca 500ml (g)

En la siguiente tabla se presentan los valores y rangos típicos para los distintos tipos de suelos y la Gravedad Específica del mismo, en la TABLA XII se detallan la gravedad específica de cada tipo de suelo ya este orgánico o inorgánico.

Para la determinación de la gravedad específica de los sólidos del suelo primero se debe separar una muestra representativa del suelo de 50 g que haya pasado por el Tamiz #4 que posee una abertura de 4.75mm detallada en la TABLA X, luego se pesó el picnómetro antes y después de ser llenada hasta la marca de 500ml, posterior a ello se extrae alrededor de un tercio del agua para colocar el suelo mediante un embudo, una vez el suelo se encuentre dentro del picnómetro eliminamos el exceso de aire del picnómetro y llenar nuevamente el agua hasta la marca de aforo de 500ml esté fue pesado y finalmente se colocó el agua y el suelo en un recipiente para poner a cecar en horno por lapso de 24 horas para luego tomar el peso del suelo seco.

TABLA XII  
VALORES Y RANGOS ESTÁNDAR DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO SEGÚN SU TIPO  
Djoenaidi (1985), Apud Bardet (1997)

| Tipos De Suelo |                                      | Gravedad Específica (Gs) |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Inorgánico     | Grava                                | 2.65                     |
|                | Arena gruesa a media                 | 2.65                     |
|                | Arena fina (limosa)                  | 2.65                     |
|                | Polvo de piedra y limo arenoso       | 2.67                     |
| Inorgánico     | Arena algo arenosa                   | 2.65                     |
|                | Limo arenoso                         | 2.65                     |
|                | Limo                                 | 2.67-2.70                |
|                | Arena arcilla                        | 2.70                     |
|                | Limo arcillo arenoso                 | 2.67                     |
|                | Arcilla arenosa                      | 2.70                     |
|                | Arcilla limosa                       | 2.75                     |
|                | Arcilla                              | 2.72-2.80                |
| Orgánico       | Limos con trazos de materia orgánica | 2.30                     |
|                | Lodos aluviales orgánicos            | 2.13-2.60                |
|                | Turba                                | 1.50-2.15                |



Fig. 31. Gravedad Específica de sólidos de los Suelos.

Para el factor de corrección por temperatura se empleó la TABLA XIII otorgado por la ASTM.

TABLA XIII  
FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

| Temperature (°C) | Density | Temperature Coefficient (K) | Temperature (°C) | Density | Temperature Coefficient (K) | Temperature (°C) | Density | Temperature Coefficient (K) | Temperature (°C) | Density | Temperature Coefficient (K) |
|------------------|---------|-----------------------------|------------------|---------|-----------------------------|------------------|---------|-----------------------------|------------------|---------|-----------------------------|
| 15.0             | 0.99910 | 1.00090                     | 16.0             | 0.99895 | 1.00074                     | 17.0             | 0.99878 | 1.00057                     | 18.0             | 0.99860 | 1.00039                     |
| .1               | 0.99909 | 1.00088                     | .1               | 0.99893 | 1.00072                     | .1               | 0.99876 | 1.00055                     | .1               | 0.99858 | 1.00037                     |
| .2               | 0.99907 | 1.00087                     | .2               | 0.99891 | 1.00071                     | .2               | 0.99874 | 1.00054                     | .2               | 0.99856 | 1.00035                     |
| .3               | 0.99906 | 1.00085                     | .3               | 0.99890 | 1.00069                     | .3               | 0.99872 | 1.00052                     | .3               | 0.99854 | 1.00034                     |
| .4               | 0.99904 | 1.00084                     | .4               | 0.99888 | 1.00067                     | .4               | 0.99871 | 1.00050                     | .4               | 0.99852 | 1.00032                     |
| .5               | 0.99902 | 1.00082                     | .5               | 0.99886 | 1.00066                     | .5               | 0.99869 | 1.00048                     | .5               | 0.99850 | 1.00030                     |
| .6               | 0.99901 | 1.00080                     | .6               | 0.99885 | 1.00064                     | .6               | 0.99867 | 1.00047                     | .6               | 0.99848 | 1.00028                     |
| .7               | 0.99899 | 1.00079                     | .7               | 0.99883 | 1.00062                     | .7               | 0.99865 | 1.00045                     | .7               | 0.99847 | 1.00026                     |
| .8               | 0.99898 | 1.00077                     | .8               | 0.99881 | 1.00061                     | .8               | 0.99863 | 1.00043                     | .8               | 0.99845 | 1.00024                     |
| .9               | 0.99896 | 1.00076                     | .9               | 0.99879 | 1.00059                     | .9               | 0.99862 | 1.00041                     | .9               | 0.99843 | 1.00022                     |
| 19.0             | 0.99841 | 1.00020                     | 20.0             | 0.99821 | 1.00000                     | 21.0             | 0.99799 | 0.99979                     | 22.0             | 0.99777 | 0.99957                     |
| .1               | 0.99839 | 1.00018                     | .1               | 0.99819 | 0.99998                     | .1               | 0.99797 | 0.99977                     | .1               | 0.99775 | 0.99954                     |
| .2               | 0.99837 | 1.00016                     | .2               | 0.99816 | 0.99996                     | .2               | 0.99795 | 0.99974                     | .2               | 0.99773 | 0.99952                     |
| .3               | 0.99835 | 1.00014                     | .3               | 0.99814 | 0.99994                     | .3               | 0.99793 | 0.99972                     | .3               | 0.99771 | 0.99950                     |
| .4               | 0.99833 | 1.00012                     | .4               | 0.99812 | 0.99992                     | .4               | 0.99791 | 0.99970                     | .4               | 0.99768 | 0.99947                     |
| .5               | 0.99831 | 1.00010                     | .5               | 0.99810 | 0.99990                     | .5               | 0.99789 | 0.99968                     | .5               | 0.99766 | 0.99945                     |
| .6               | 0.99829 | 1.00008                     | .6               | 0.99808 | 0.99987                     | .6               | 0.99786 | 0.99966                     | .6               | 0.99764 | 0.99943                     |
| .7               | 0.99827 | 1.00006                     | .7               | 0.99806 | 0.99985                     | .7               | 0.99784 | 0.99963                     | .7               | 0.99761 | 0.99940                     |
| .8               | 0.99825 | 1.00004                     | .8               | 0.99804 | 0.99983                     | .8               | 0.99782 | 0.99961                     | .8               | 0.99759 | 0.99938                     |
| .9               | 0.99823 | 1.00002                     | .9               | 0.99802 | 0.99981                     | .9               | 0.99780 | 0.99959                     | .9               | 0.99756 | 0.99936                     |
| 23.0             | 0.99754 | 0.99933                     | 24.0             | 0.99730 | 0.99909                     | 25.0             | 0.99705 | 0.99884                     | 26.0             | 0.99679 | 0.99858                     |
| .1               | 0.99752 | 0.99931                     | .1               | 0.99727 | 0.99907                     | .1               | 0.99702 | 0.99881                     | .1               | 0.99676 | 0.99855                     |
| .2               | 0.99749 | 0.99929                     | .2               | 0.99725 | 0.99904                     | .2               | 0.99700 | 0.99879                     | .2               | 0.99673 | 0.99852                     |
| .3               | 0.99747 | 0.99926                     | .3               | 0.99723 | 0.99902                     | .3               | 0.99697 | 0.99876                     | .3               | 0.99671 | 0.99850                     |
| .4               | 0.99745 | 0.99924                     | .4               | 0.99720 | 0.99899                     | .4               | 0.99694 | 0.99874                     | .4               | 0.99666 | 0.99847                     |
| .5               | 0.99742 | 0.99921                     | .5               | 0.99717 | 0.99897                     | .5               | 0.99692 | 0.99871                     | .5               | 0.99665 | 0.99844                     |
| .6               | 0.99740 | 0.99919                     | .6               | 0.99715 | 0.99894                     | .6               | 0.99689 | 0.99868                     | .6               | 0.99663 | 0.99842                     |
| .7               | 0.99737 | 0.99917                     | .7               | 0.99712 | 0.99892                     | .7               | 0.99687 | 0.99866                     | .7               | 0.99660 | 0.99839                     |
| .8               | 0.99735 | 0.99914                     | .8               | 0.99710 | 0.99889                     | .8               | 0.99694 | 0.99873                     | .8               | 0.99657 | 0.99836                     |
| .9               | 0.99732 | 0.99912                     | .9               | 0.98707 | 0.99887                     | .9               | 0.99681 | 0.99860                     | .9               | 0.99654 | 0.99833                     |
| 27.0             | 0.99652 | 0.99831                     | 28.0             | 0.99624 | 0.99803                     | 29.0             | 0.99595 | 0.99774                     | 30.0             | 0.99585 | 0.99744                     |
| .1               | 0.99649 | 0.99628                     | .1               | 0.99621 | 0.99800                     | .1               | 0.99592 | 0.99771                     | .1               | 0.99562 | 0.99741                     |
| .2               | 0.99646 | 0.99825                     | .2               | 0.99618 | 0.99797                     | .2               | 0.99589 | 0.99768                     | .2               | 0.99559 | 0.99738                     |
| .3               | 0.99643 | 0.99822                     | .3               | 0.99615 | 0.99794                     | .3               | 0.99586 | 0.99765                     | .3               | 0.99556 | 0.99735                     |
| .4               | 0.99641 | 0.99820                     | .4               | 0.99612 | 0.99791                     | .4               | 0.99583 | 0.99762                     | .4               | 0.99553 | 0.99732                     |
| .5               | 0.99638 | 0.99817                     | .5               | 0.99609 | 0.99788                     | .5               | 0.99580 | 0.99759                     | .5               | 0.99550 | 0.99729                     |
| .6               | 0.99635 | 0.99814                     | .6               | 0.99607 | 0.99785                     | .6               | 0.99577 | 0.99756                     | .6               | 0.99547 | 0.99726                     |
| .7               | 0.99632 | 0.99811                     | .7               | 0.99604 | 0.99783                     | .7               | 0.99574 | 0.99753                     | .7               | 0.99544 | 0.99723                     |
| .8               | 0.99629 | 0.99808                     | .8               | 0.99601 | 0.99780                     | .8               | 0.99571 | 0.99750                     | .8               | 0.99541 | 0.99720                     |
| .9               | 0.99627 | 0.99806                     | .9               | 0.99598 | 0.99777                     | .9               | 0.99568 | 0.99747                     | .9               | 0.99538 | 0.99716                     |

Nota: ASTM D854

### 3) Límites de Atterberg

La categorización o división de suelos, particularmente aquella ejecutada mediante los parámetros de los límites de Atterberg, constituye un procedimiento fundamental en el ámbito de la ingeniería civil y geotécnica para la comprensión de las características esenciales de los distintos estratos. Los parámetros de los límites Atterberg presentan incluyen tres divisiones las cuales son Límite Líquido (LL) Límite Plástico (LP) e Índice Plástico (IP). Cabe enfatizar que las metodologías AASHTO y SUCS, al considerar tanto la distribución granulométrica como diversas propiedades adicionales, facilitaron una catalogación más precisa y concisa de los estratos de estudio.[28]

#### Límite Líquido

La determinación del límite líquido (LL) requirió la muestra detallada en la TABLA IV. Se procedió a la incorporación paulatina de agua como componente hídrico hasta conseguir una textura maleable, para posteriormente utilizar el equipo denominado Copa de Casagrande durante el ensayo experimental. La cuantificación del límite líquido se

obtuvo mediante el registro del número de golpes necesarios para que el suelo manifestara un comportamiento característico, proporcionando así el valor correspondiente al límite líquido del sustrato analizado. [29]

Para la ejecución del ensayo de límite líquido (LL), se utilizaron aproximadamente 300 gramos de muestra por cada tipo de suelo y temperatura, las cuales fueron dispuestos en un recipiente. Se adicionó el componente hídrico gradualmente hasta lograr una consistencia apropiada para su posterior colocación en el aparato de Casagrande, cubriendo íntegramente la superficie destinada al experimento. Subsecuentemente, se generó una incisión central de extremo a extremo en el espécimen de prueba mediante un instrumento acanalador, verificando que ésta alcance la base del dispositivo. Tras esta fase, se activó el mecanismo de Casagrande y se contabilizó la cantidad de golpes requeridas para que la muestra se unifique, categorizándolas en intervalos comprendidos entre 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30, - 30 - 40. El proceso fue repetido en ocasiones para cada nivel de humedad establecido, manteniendo la homogeneidad en el número de golpes en cada repetición. Posteriormente, se extrajo una porción de la zona donde convergieron los segmentos separados por la incisión central realizada, se determinó su masa antes y después del secado en el horno y se evaluó su contenido de humedad en éstos. Luego se creó una gráfica por medio de una línea de tendencia según los puntos que relacionan el contenido de humedad con el número de golpes la cual permita obtener el contenido de humedad a los 25 golpes.



Fig. 32. Límite líquido

### **Límite Plástico**

El límite plástico (LP) es definido como el contenido de humedad mínimo, expresado en porcentaje en base a la muestra de suelo seca, en el cual un suelo experimentaba una transición el estado plástico habiendo estado en un estado semisólido con anterioridad. Durante el procedimiento experimental en el laboratorio para la determinación del límite plástico (LP), se inició con una porción de suelo previamente que pasó por el tamiz #40 con una muestra de alrededor de 400 gramos, los equipos y materiales son detallados en la TABLA V. [30]

Se incorporó agua paulatinamente a la muestra en reducidas proporciones hasta conseguir una textura que no presentase adherencia al vidrio. Subsecuentemente, se procedió a la elaboración de elementos cilíndricos cuyo diámetro fluctuaba alrededor de 3 milímetros con una longitud de alrededor de 5cm, este proceso fue realizado con 6 tipos de muestras para conocer del límite plástico en la cual se obtuvo como el promedio de los contenidos de humedad.



Fig. 33.Límite Plástico

### Índice Plástico

Finalmente, el índice de plasticidad (IP) se calculó como la resta o sustracción entre el límite líquido y el límite plástico, siguiendo la fórmula  $IP = LL - LP$ . Este valor se utilizó para clasificar el suelo según su plasticidad, lo que permitió predecir su comportamiento en aplicaciones de ingeniería, como su capacidad de carga y estabilidad frente a deformaciones.

$$IP = LL - LP$$

(6)

Donde:

**IP** = Índice Plástico

**LL** = Límite líquido

**LP** = Límite plástico

#### 4) Permeabilidad

La permeabilidad se analizó como la capacidad intrínseca de un suelo para permitir el paso de fluidos a través de su estructura porosa. Este fenómeno está relacionado directamente con factores físicos del suelo, como el tamaño, forma y disposición de sus partículas, así como con el porcentaje y la distribución de vacíos en su matriz. Estos aspectos influyen significativamente en la facilidad con la que el agua u otros fluidos puedan desplazarse, estableciendo así una relación directa entre la microestructura del suelo y su capacidad de conducción hidráulica.



Fig. 34. Permeabilidad

Se trabajó con una muestra de alrededor de 1000 gramos que pase el tamiz #4, lo primero que se hizo es medir el diámetro interno del permeámetro con el calibrador pie de rey, luego se procedió a lavar las dos piedras porosas que cumplen la función de filtro éstas fueron colocadas en l aparte inferior del permeámetro y superior luego de las tres capas de suelo las cuales son de 2cm cada una, apisonando con golpes de 10, 14 y 18 respectivamente cada capa de suelo, se ajustó el resorte para evitar fugas de agua mediante pernos que mantengan cerrado el permeámetro. Posteriormente, se llevó a cabo la saturación de la muestra con agua, midiendo la altura de carga hidráulica y hasta que el suelo se sature, una vez el suelo saturado se procedió a abrir la válvula de desfogue y se contabilizo el tiempo de llenado de la probeta hasta los 5ml, para luego realizar los

cálculos necesarios y determinar el tipo permeabilidad en base a la TABLA XIV y la TABLA XV.

$$K = \frac{V * L}{A * h * t} \quad (7)$$

Donde:

**K** = Coeficiente de permeabilidad

**V** = Volumen del agua

**A** = Área transversal de la muestra

**h** = Altura en que se produce filtración

**t** = Tiempo de prueba

TABLA XIV  
CLASIFICACIÓN DE PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS. P. Powers, A. Corwin, P. Schmall, W. Kaack

|                        |                                           |
|------------------------|-------------------------------------------|
| Muy Permeables gruesa  | Mayor de $10^{-1}$ Grava                  |
| Permeabilidad media    | $10^{-1} - 10^{-3}$ arenas, arenas finas  |
| Baja Permeabilidad     | $10^{-3} - 10^{-5}$ arenas limosas, sucia |
| Muy baja permeabilidad | $10^{-5} - 10^{-7}$ limos                 |
| Impermeable            | $10^{-7} - 10^{-9}$ arcillas              |

TABLA XV  
CARACTERÍSTICAS DE PERMEABILIDAD. Soil Mechanics in Engineering Practice Karl Terzaghi.

| TIPO DE SUELO            | RANGO DE PERMEABILIDAD (cm/s)           | DESCRIPCIÓN                 |
|--------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|
| Grava dispersa (GP)      | 1,0 o mayor                             | Muy alta                    |
| Grava uniforme (GP)      | $2 \times 10^{-1}$ a 1,0                | Alta                        |
| Grava bien graduada (GW) | $5 \times 10^{-2}$ a $3 \times 10^{-1}$ | Moderadamente alta          |
| Arena uniforme (SP)      | $5 \times 10^{-3}$ a $2 \times 10^{-1}$ | Moderadamente alta          |
| Arena bien graduada (SW) | $1 \times 10^{-3}$ a $1 \times 10^{-1}$ | Baja a moderada             |
| Arena limosa (SM)        | $1 \times 10^{-3}$ a $5 \times 10^{-3}$ | Baja a moderada             |
| Arena arcillosa (SC)     | $1 \times 10^{-4}$ a $1 \times 10^{-3}$ | Baja a muy baja             |
| Limo (ML)                | $5 \times 10^{-5}$ a $1 \times 10^{-4}$ | Muy baja                    |
| Arcilla (CL)             | $1 \times 10^{-8}$ a $1 \times 10^{-5}$ | Muy baja a casi impermeable |

## B. FASE II

La densidad máxima que puede alcanzar un suelo y su humedad óptima, y parámetros esenciales para lograr una adecuada capacidad portante y minimizar asentamientos futuros.

La compactación adecuada reduce la permeabilidad del suelo, aumenta su resistencia al corte y disminuye su compresibilidad, factores que he visto determinar el éxito o fracaso de numerosos proyectos de infraestructura.

### *1) Proctor Modificado tipo B*

Continuando con el tipo de metodología se mantiene el método experimental al usar condiciones contralas de laboratorio. La primera parte de la fase dos correspondió a la obtención de la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptima de las muestras de suelo (Proctor), para ello usamos una muestra inicial de 20 kg de suelo las cuales fueron cuarteadas en 4 muestras de 5 kg a las cuales se añadieron los siguientes porcentajes de agua 10%, 20%, 30% y 40%; estas fueron divididas en 5 capas que fueron añadidas al molde y golpeadas cada una con 56 golpes, para luego obtener los contenidos de humedad de la parte superior e inferior de cada uno y ponerlos a secar en el horno por 24 horas es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno.



Fig. 35. Proctor Modificado tipo B

### *2) Ensayo CBR*

El ensayo CBR evaluó la capacidad del suelo para soportar cargas y analizar cómo las temperaturas extremas impactan en su resistencia. Los resultados obtenidos permiten determinar la viabilidad del suelo como material de construcción bajo condiciones de exposición al fuego. El CBR fue empleado como un índice comparativo de la resistencia al corte del suelo, materiales granulares o estabilizados. Éste se definirá como la relación

porcentual entre la carga unitaria necesaria para que un pistón estandarizado penetre una profundidad específica en una muestra del material ensayado.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga unitaria del enayo}}{\text{Carga unitaris patron}} * 100 \quad (8)$$

Primero, tomé tres muestras representativas del suelo a analizar y las preparé con su contenido óptimo de humedad según el ensayo Proctor previamente realizado. Procedí a llenar los moldes cilíndricos en tres capas, aplicando 56, 25 y 12 golpes respectivamente con el pisón normalizado para conseguir diferentes grados de compactación. Luego coloqué los discos espaciadores, las placas perforadas y los collares de extensión en cada molde, y sumergí las muestras en agua durante tres días.



Fig. 36.Muestras para CBR

Tras el período de inmersión, se sacaron las muestras del agua, las dejé drenar por 30 minutos y procedí al ensayo de penetración utilizando la prensa hidráulica. Se colocó cada molde en la máquina de compresión y aplicó una carga a velocidad constante, registrando cuidadosamente las lecturas de carga para las penetraciones. Posteriormente, se extrajó muestras para determinar la humedad final y se calculó los valores de CBR para las penetraciones de 2.54 y 5.08 mm.



Fig. 37. Ensayo CBR

### C. FASE III

La determinación de la inflamabilidad del suelo constituye un parámetro crucial para la evaluación de riesgos ecológicos y la implementación de estrategias de conservación efectivas. Este atributo fisicoquímico del suelo incide directamente en la propagación de incendios forestales y en la resiliencia de los ecosistemas terrestres ante perturbaciones térmicas. La caracterización de los índices de inflamabilidad permite desarrollar modelos predictivos de comportamiento ígneos y establecer protocolos de gestión territorial fundamentados en evidencia científica rigurosa

#### 1) *Índice de inflamabilidad del suelo*

Es el método experimental al mantener control de las muestras y clasificación de resultados mediante un análisis comparativo. En esta fase se sometió los tres tipos de suelo a una temperatura de alrededor  $750^{\circ}\text{C}$  para conocer la interacción fuego- suelo además del posible cambio en el comportamiento de sus propiedades físicas y mecánicas. Los resultados fueron tratados por las condiciones normativas.

Para realizar el ensayo el suelo debe estar completamente seco y se debe tamizar con anterioridad, este fue colocado en un molde estandarizado. Luego se procedió a encender el soplete con una llama que debe alcanzar una temperatura de alrededor de  $750^{\circ}\text{C}$  este es aplicado de manera constante hacia el molde al primer contacto se encenderá el cronómetro.



Fig. 38:Inflamabilidad del suelo

La obtención de la inflamabilidad presenta tres posibles escenarios:

- Existencia de ignición del suelo
- En caso de que el suelo no presente ningún cambio físico, el suelo será catalogado como no inflamable en las condiciones del laboratorio.
- En caso de que existan cambios visibles en el suelo se procederá a tomar el tiempo y la temperatura a la cual se estableció el cambio.

### III. HIPÓTESIS

¿La exposición directa frente al fuego cambia del propiedades físicas y mecánicas del suelo?

### CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### I. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

##### A. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

###### 1) Análisis granulométrico de la parroquia Diez de Agosto

TABLA XVI:  
RESULTADO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO

| MUESTRA                    | GRAVA % | ARENA % | FINOS % | CLASIFICACIÓN SUCS   |
|----------------------------|---------|---------|---------|----------------------|
| MUESTRA 1 - DIEZ DE AGOSTO |         |         |         |                      |
| ESTADO NATURAL             | 1.35    | 84.65   | 14.01   | SC (Arena Arcillosa) |
| 750°C                      | 1.64    | 83.51   | 14.85   | SC (Arena Arcillosa) |

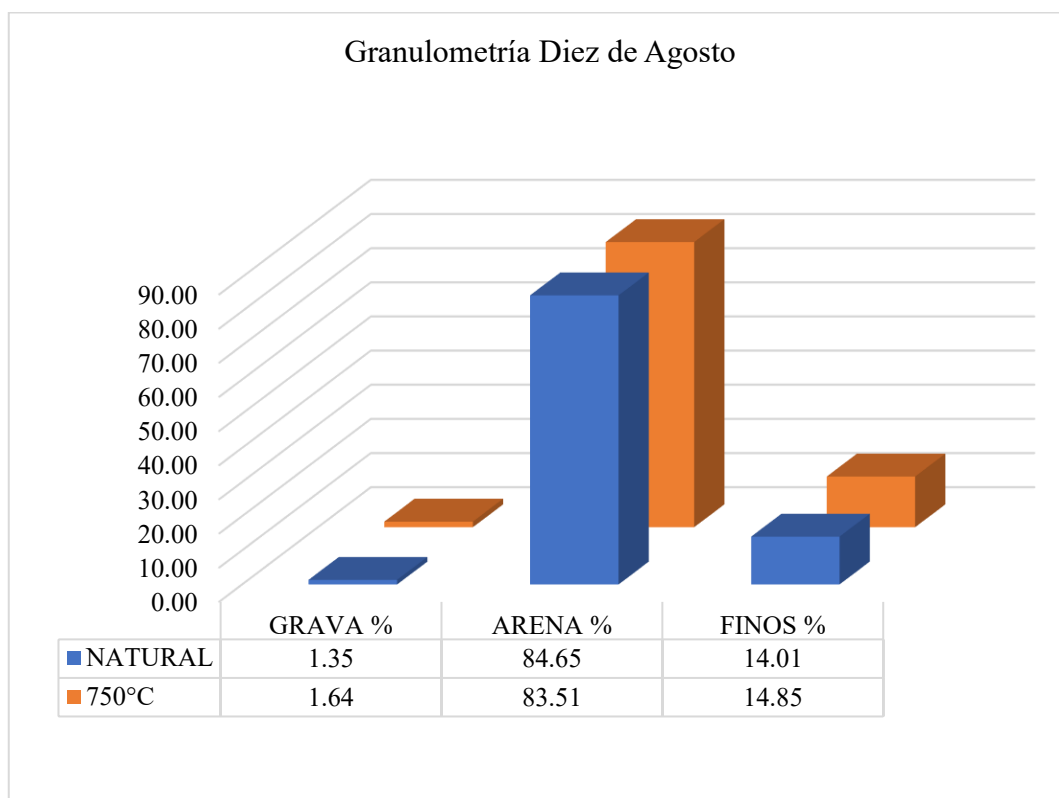


Fig. 39: Granulometría muestra natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto

En la TABLA XVI y Fig. 39 el análisis granulométrico de la parroquia Diez de Agosto plasma un porcentaje de 1.35% de grava, 84.65% de arena y un 14.01% de finos en estado natural, mientras que su composición en el estado de 750°C es de 1.64% de grava, 83.51% de arena y 14.85% de finos. La clasificación del suelo según la SUCS no presenta ningún cambio y la cataloga como una Arena Arcillosa (SC), la grava y finos presentan un pequeño aumento porcentual en altas temperaturas el cual es menor al 1% de variación.

###### 2) Análisis granulométrico de la parroquia Tarqui

TABLA XVII:  
RESULTADO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA PARROQUIA TARQUI

| MUESTRA            | GRAVA % | ARENA % | FINOS % | CLASIFICACIÓN<br>SUCS |
|--------------------|---------|---------|---------|-----------------------|
| MUESTRA 2 - TARQUI |         |         |         |                       |
| ESTADO<br>NATURAL  | 1.56    | 81.10   | 17.34   | SC (Arena Arcillosa)  |
| 750°C              | 0.00    | 81.09   | 18.91   | SC (Arena Arcillosa)  |

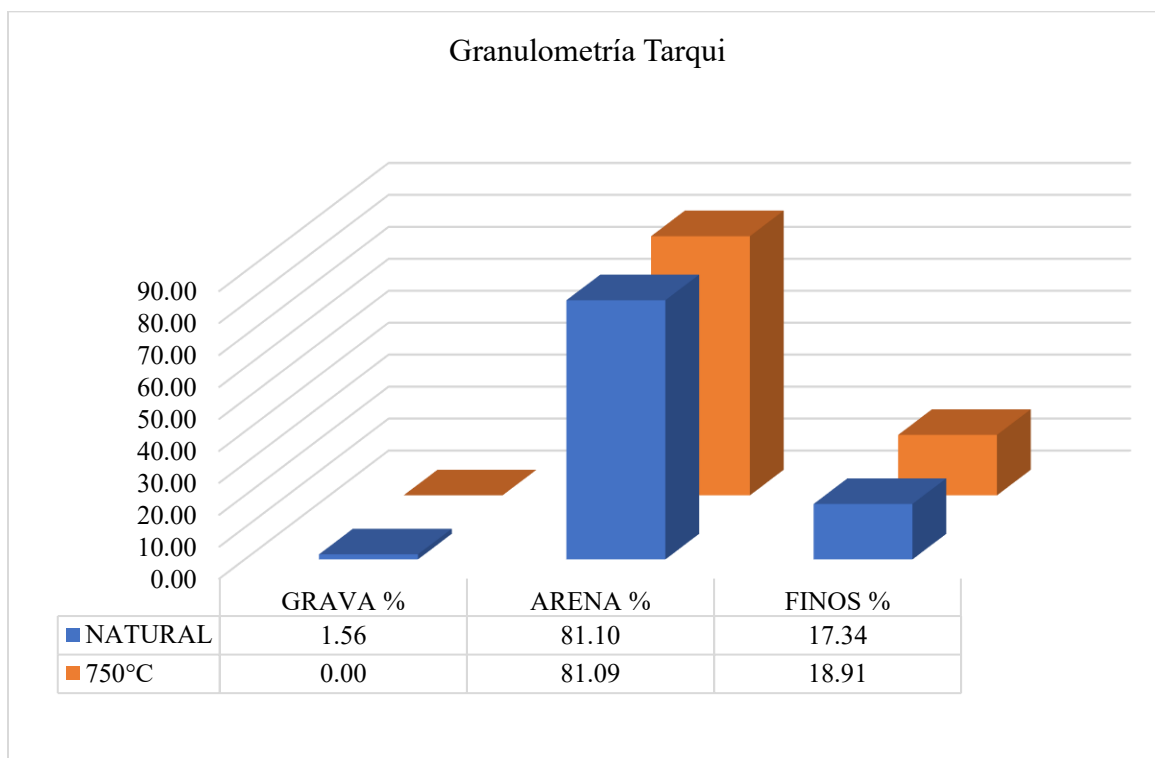


Fig. 40: Granulometría muestra natural vs 750°C de la parroquia Tarqui

En la TABLA XVII y Fig. 40 el análisis granulométrico de la parroquia Tarqui presenta un 1.56% de grava, 81.10% de arena y un 17.34% de finos en estado natural, mientras que su composición en el estado de 750°C es de 0.00% de grava, 81.09% de arena y 18.91% de finos. La clasificación del suelo según la SUCS no presenta ningún cambio y la cataloga como una Arena Arcillosa (SC), la grava desaparece de la composición granular, la arena mantiene su porcentaje y se presenta un incremento en el porcentaje de finos al ser sometidos a altas temperaturas.

### 3) Análisis granulométrico de la parroquia Pomona

TABLA XVIII:  
RESULTADO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA PARROQUIA POMONA

| MUESTRA            | GRAVA % | ARENA % | FINOS % | CLASIFICACIÓN SUCS   |
|--------------------|---------|---------|---------|----------------------|
| MUESTRA 3 - POMONA |         |         |         |                      |
| ESTADO NATURAL     | 0.00    | 84.48   | 15.52   | SC (Arena Arcillosa) |
| 750°C              | 1.85    | 79.31   | 18.84   | SC (Arena Arcillosa) |

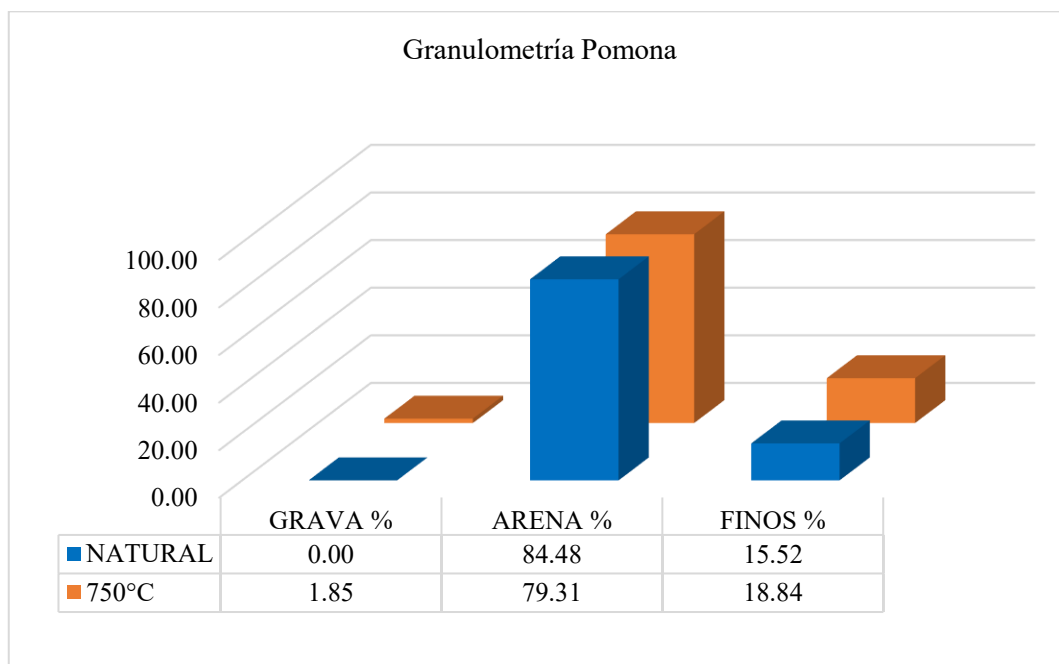


Fig. 41: Granulometría muestra natural vs 750°C de la parroquia Pomona

En la TABLA XVIII y Fig. 41 el análisis granulométrico de la parroquia Pomona clasifica al suelo con 0.00% de grava, 84.48% de arena y un 15.52% de finos en estado natural, mientras que su composición en el estado de 750°C es de 1.85% de grava, 79.31% de arena y 18.84% de finos. La clasificación del suelo según la SUCS no presenta ningún cambio y la cataloga como una Arena Arcillosa (SC), no se presenta grava en estado natural, pero ésta aparece en un porcentaje menor al 2% en estado de 750°C, la arena disminuye en alrededor del 5% y los finos aumentan un porcentaje mayor al 3% al ser sometidos a altas temperaturas.

## B. GRAVEDAD ESPECÍFICA

### 1) Gravedad específica del suelo de la parroquia Diez de Agosto

TABLA XIX:  
RESULTADO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA EN ESTADO NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO

| MUESTRA                           | GRAVEDAD ESPECÍFICA |
|-----------------------------------|---------------------|
| <b>MUESTRA 1 - DIEZ DE AGOSTO</b> |                     |
| <b>ESTADO NATURAL</b>             | <b>2.763</b>        |
| <b>750°C</b>                      | <b>2.448</b>        |

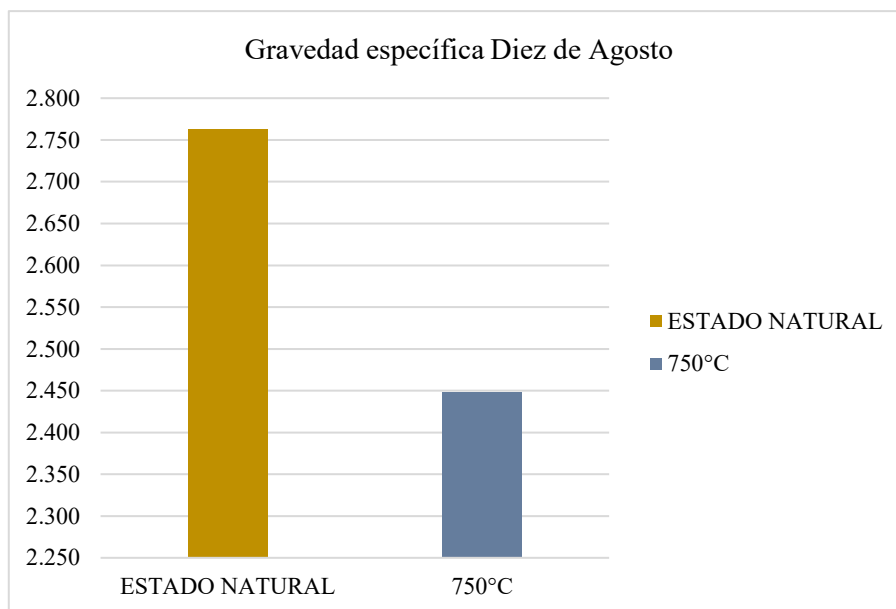


Fig. 42: Gravedad específica en estado natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto

En la Fig. 42 y TABLA XIX se presenta los valores de gravedad específica del suelo de la parroquia Diez de Agosto en estado natural y 750°C los cuales son 2.763 y 2.448 respectivamente lo que representa una disminución del 11.39%. En su estado natural el valor lo cataloga como una arcilla inorgánica, mientras que al ser sometido a altas temperaturas su gravedad específica pasa a ser semejante a la de un lodo aluvial orgánico según Apud Bardet.

## 2) Gravedad específica del suelo de la parroquia Tarqui

TABLA XX:  
RESULTADO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA EN ESTADO NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA TARQUI

| MUESTRA                   | GRAVEDAD ESPECÍFICA |
|---------------------------|---------------------|
| <b>MUESTRA 2 - TARQUI</b> |                     |
| <b>ESTADO NATURAL</b>     | <b>2.701</b>        |
| <b>750°C</b>              | <b>2.854</b>        |

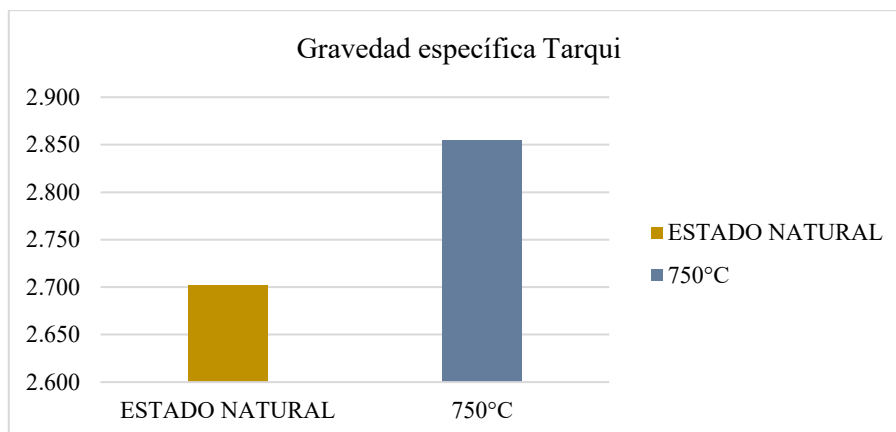


Fig. 43: Gravedad específica en estado natural vs 750°C de la parroquia Tarqui

En la Fig. 43 y TABLA XX se presentan los valores obtenidos por medio del ensayo de gravedad específica del suelo correspondiente a la parroquia Tarqui en estado natural su valor de  $G_s$  es de 2.701 según Bardet este valor corresponde a una arena arcilla al igual que el resultado de su granulometría mientras que para el estado de 750°C su gravedad específica incrementó en un 5.65% con un valor de 2.854 siendo el tipo de suelo una arcilla pura.

### 3) Gravedad específica del suelo de la parroquia Pomona

TABLA XXI:

RESULTADO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA EN ESTADO NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA POMONA

| MUESTRA                   | GRAVEDAD ESPECÍFICA |
|---------------------------|---------------------|
| <b>MUESTRA 3 - POMONA</b> |                     |
| <b>ESTADO NATURAL</b>     | <b>2.745</b>        |
| <b>750°C</b>              | <b>2.433</b>        |

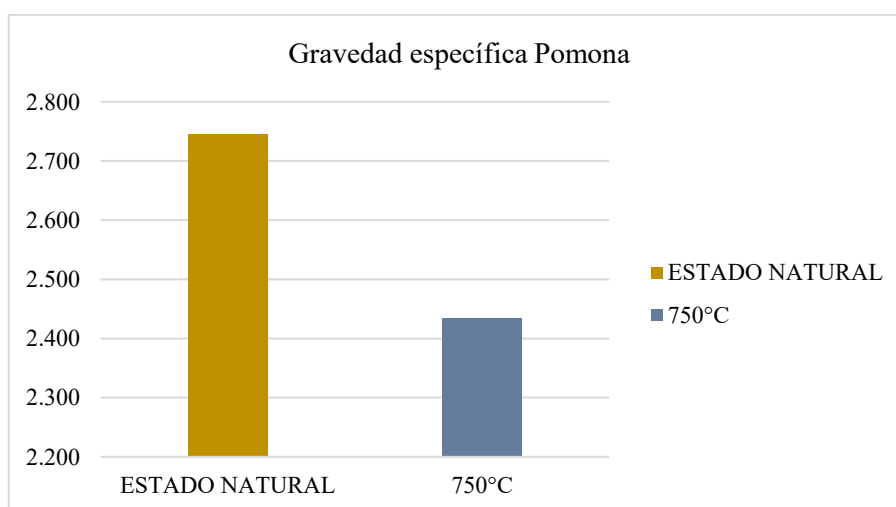


Fig. 44: Gravedad específica en estado natural vs 750°C de la parroquia Pomona

Como se puede observar en la TABLA XXI y Fig. 44 estos valores corresponden a las gravedades específicas de la parroquia Pomona siendo 2.745 para su estado natural con lo cual se la puede definir como una arcilla al estar entre los valores típicos de 2.72 a 2.80, contrastando su estado de 750°C que presenta una gravedad específica de 2.433 su caracterización como tipo de suelo pasa a ser orgánico según la tabla de valores típicos de gravedad específica de Bardet.

### C. LÍMITES DE ATTERBERG

#### 1) Límites de Atterberg de la parroquia Diez de Agosto

TABLA XXII:  
RESULTADOS DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG EN ESTADO NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO

| Muestra                           | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice de Plasticidad |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| <b>MUESTRA 1 - DIEZ DE AGOSTO</b> |                |                 |                       |
| <b>ESTADO NATURAL</b>             | 36.17          | 27.90           | 8.27                  |
| <b>750°C</b>                      | 28.74          | 22.76           | 5.98                  |

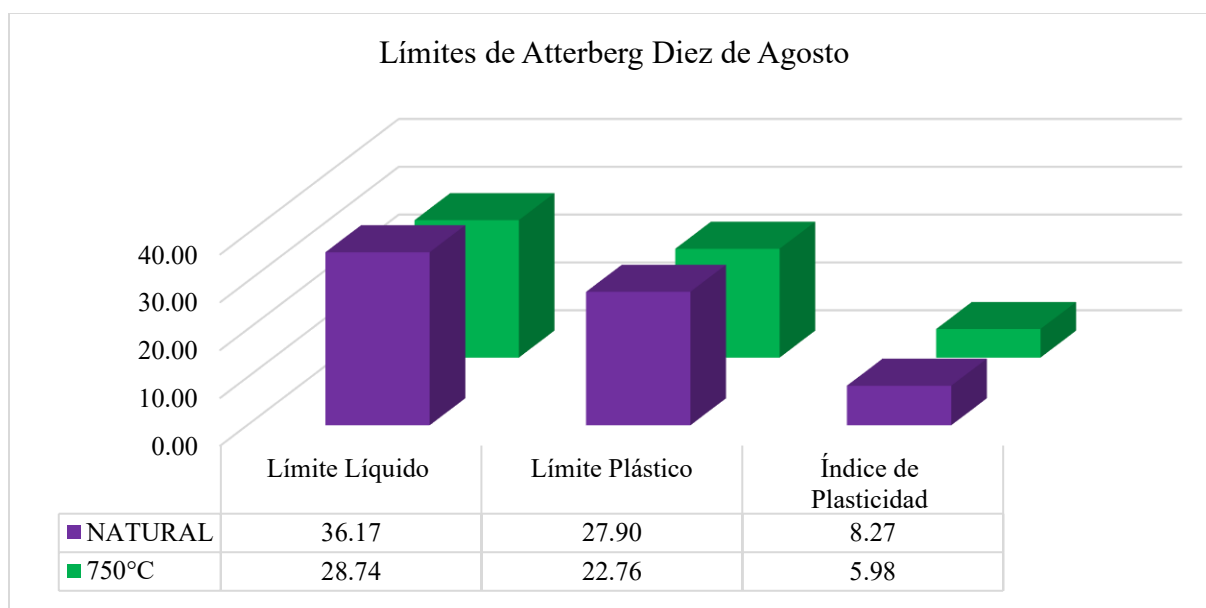


Fig. 45: Límite líquido, límite plástico e índice plástico en estado natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto

En la TABLA XXII y en la Fig. 45 se pueden observar los resultados de los límites de Atterberg en estado natural y en estado de 750°C, en donde se obtiene que el índice de plasticidad es de 8.27 y al ser sometido a alta temperatura éste se reduce en 38.31% con un valor de 5.98, este cambio significativo sugiere que el suelo pierde plasticidad y maleabilidad con respecto a su estado natural, estos resultados pertenecen a la parroquia Diez de Agosto.

### 2) Límites de Atterberg de la parroquia Tarqui

TABLA XXIII:  
RESULTADOS DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG EN ESTADO NATURAL VS 750°C DE LA  
PARROQUIA TARQUI

| Muestra                   | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice de Plasticidad |
|---------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| <b>MUESTRA 2 - TARQUI</b> |                |                 |                       |
| <b>ESTADO NATURAL</b>     | 38.39          | 29.55           | 8.84                  |
| <b>750°C</b>              | 30.02          | 18.99           | 11.04                 |

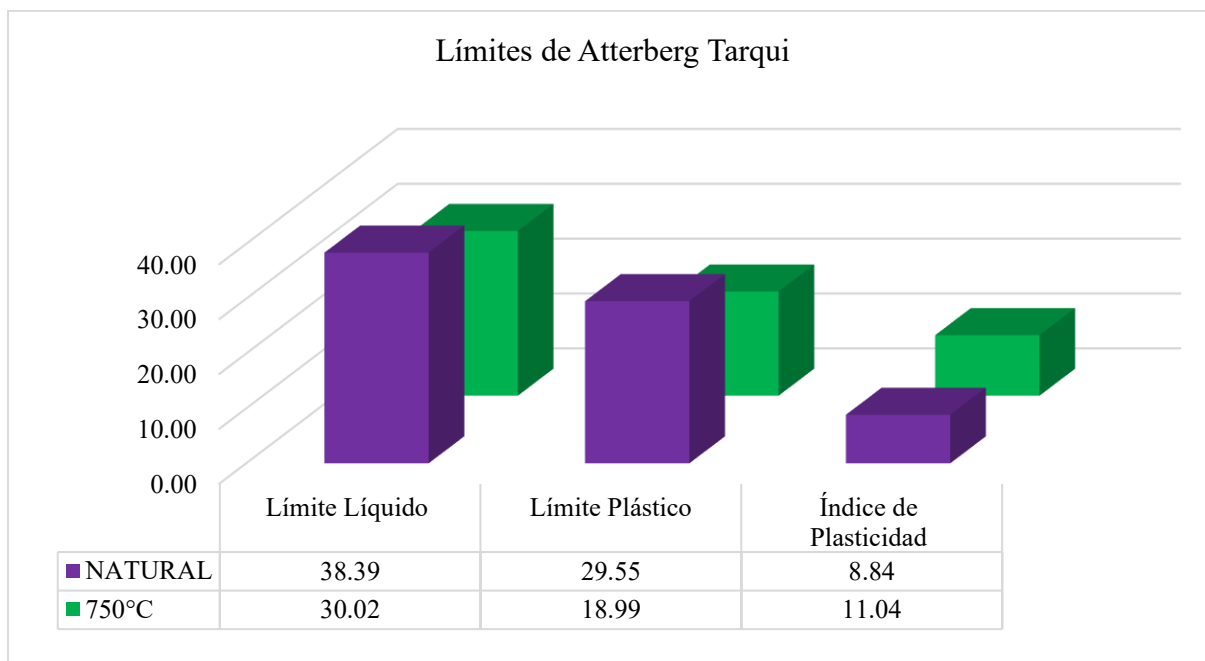


Fig. 46: Límite líquido, límite plástico e índice plástico en estado natural vs 750°C de la parroquia Tarqui

En la Fig. 46 y la tabla XXIII se puede observar que la diferencia de los índices de plasticidad de la parroquia Tarqui entre el estado natural y estado de 750°C es de 2.19, el índice de plasticidad en estado natural es de 8.84 mientras que en estado de 750°C es de 11.04 lo cual representa un aumento del 19.89% que sugiere un incremento en su plasticidad y disminución de fragilidad.

### 3) Límites de Atterberg de la parroquia Pomona

TABLA XXIV:  
RESULTADOS DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG EN ESTADO NATURAL VS 750°C DE LA  
PARROQUIA POMONA

| Muestra                   | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice de Plasticidad |
|---------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| <b>MUESTRA 3 - POMONA</b> |                |                 |                       |
| <b>ESTADO NATURAL</b>     | 27.07          | 22.30           | 4.77                  |
| <b>750°C</b>              | 29.23          | 20.21           | 9.01                  |

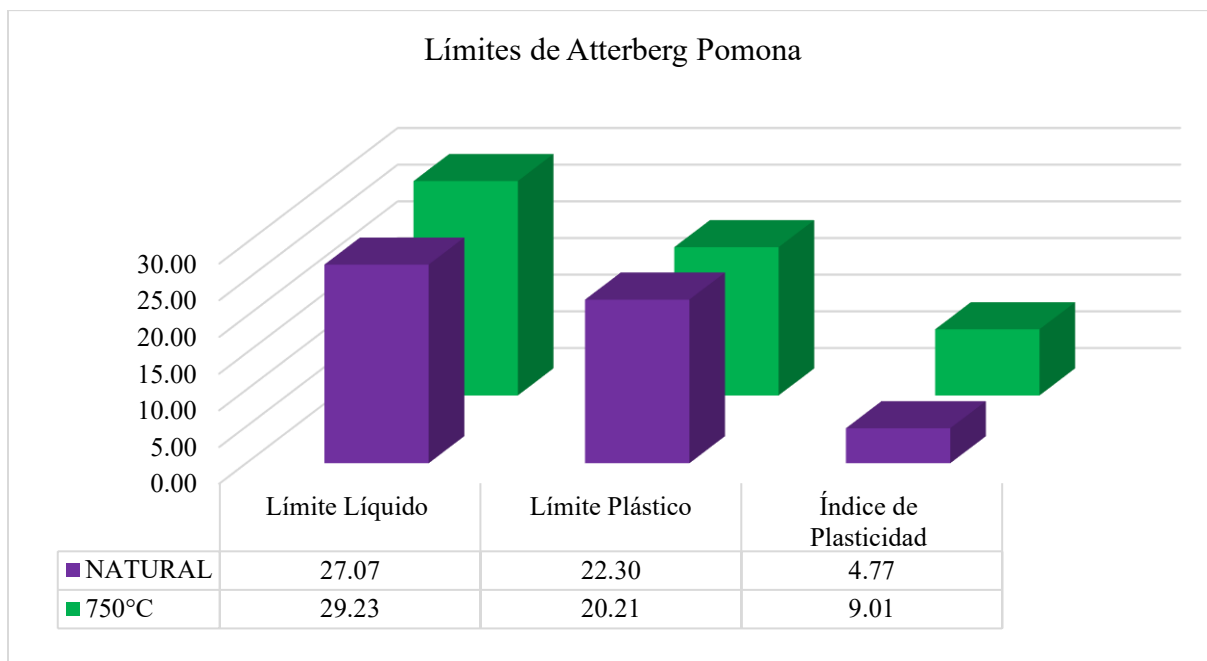


Fig. 47: Límite líquido, límite plástico e índice plástico en estado natural vs 750°C de la parroquia Pomona

En la TABLA XXIV y la Fig. 47 se plasman los resultados obtenidos de los ensayos de límites de Atterberg para la parroquia Pomona, en estado natural su índice de plasticidad es de 4.77, mientras que en estado de 750°C aumenta a un valor de 9.01 lo que sugiere un aumento del 47.09% lo cual plantea un incremento en su maleabilidad además de una mayor diferencia entre el límite líquido con respecto al límite plástico en su forma natural el suelo aumenta su maleabilidad.

#### D. PERMEABILIDAD

##### 1) Permeabilidad del suelo de la parroquia Diez de Agosto

TABLA XXV:  
RESULTADOS DE PERMEABILIDAD DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO

| Muestra                           | C. Permeabilidad en temperatura de trabajo(cm/s) | C. Permeabilidad en temperatura estándar (cm/s) | Tipo de permeabilidad  |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|
| <b>MUESTRA 1 - DIEZ DE AGOSTO</b> |                                                  |                                                 |                        |
| <b>ESTADO NATURAL</b>             | 2.12E-05                                         | 1.98E-05                                        | Muy baja Permeabilidad |
| <b>750°C</b>                      | 1.69E-05                                         | 1.57E-05                                        | Muy baja Permeabilidad |

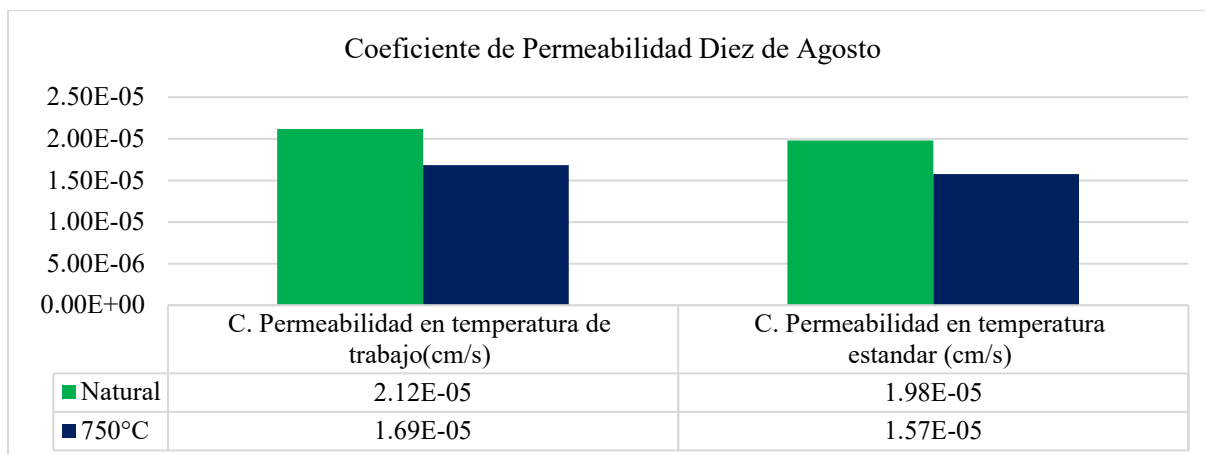


Fig. 48: Coeficientes de permeabilidad de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto

En la Fig. 48 y la TABLA XXV se realizó un análisis comparativo de la permeabilidad del suelo de la parroquia Diez de Agosto en dos condiciones distintas, el suelo en estado natural presenta un coeficiente de permeabilidad de  $1.98 \cdot 10^{-5}$  al ser corregido por temperatura con un tiempo de filtración de 576 segundos para una cantidad de agua de 5ml, sin embargo al ser sometido a una temperatura de 750°C este tiempo aumentó a 748 segundos para la misma cantidad de mililitros con un coeficiente de temperatura de  $1.57 \cdot 10^{-5}$  lo que representa un incremento del 20.51% con respecto a su estado natural, en ambos casos su tipo de permeabilidad es de “muy baja permeabilidad” y se lo puede clasificar como un limo o arcilla según el tipo de autor.

## 2) Permeabilidad del suelo de la parroquia Tarqui

TABLA XXVI:  
RESULTADOS DE PERMEABILIDAD DE LA PARROQUIA TARQUI

| Muestra                   | C. Permeabilidad en temperatura de trabajo(cm/s) | C. Permeabilidad en temperatura estándar (cm/s) | Tipo de permeabilidad  |
|---------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|
| <b>MUESTRA 2 - TARQUI</b> |                                                  |                                                 |                        |
| <b>ESTADO NATURAL</b>     | 3.46E-05                                         | 3.23E-05                                        | Muy baja Permeabilidad |
| <b>750°C</b>              | 2.30E-05                                         | 2.15E-05                                        | Muy baja Permeabilidad |

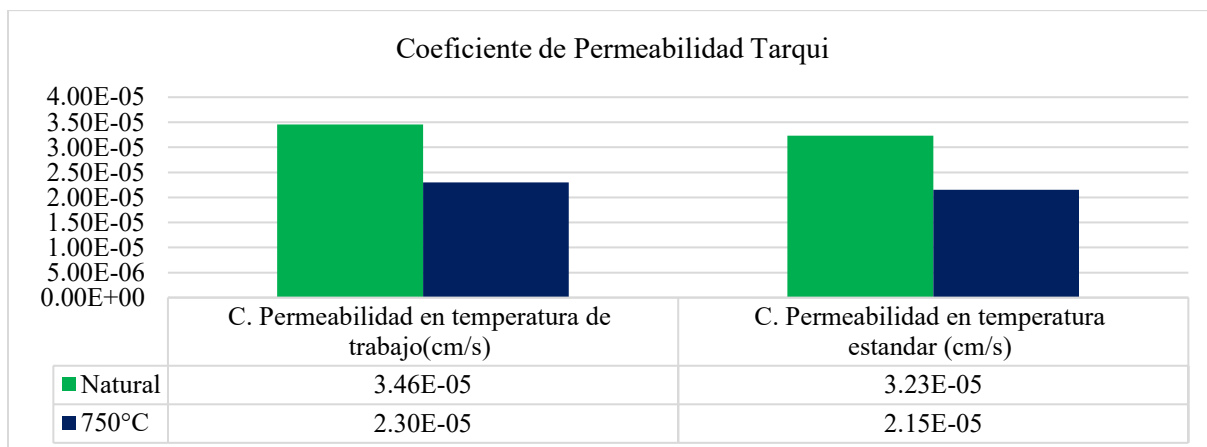


Fig. 49: Coeficientes de permeabilidad de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Tarqui

En la Fig. 49 y la TABLA XXVI los coeficientes de temperatura estandarizados son de  $3.23 \times 10^{-5}$  cm/s y  $2.15 \times 10^{-5}$  cm/s para las muestras en estado natural y de 750°C respectivamente correspondientes a la parroquia Tarqui. El tiempo de infiltración en estado natural es de 324 segundos para una cantidad de 5ml, mientras que para el estado de 750°C es de 471 segundos para la misma cantidad de agua, este aumento de tiempo sugiere un cambio en el tiempo de saturación de la muestra reduciendo el paso del agua en alrededor del 33.45%.

### 3) Permeabilidad del suelo de la parroquia Pomona

TABLA XXVII:  
RESULTADOS DE PERMEABILIDAD DE LA PARROQUIA POMONA

| Muestra                   | C. Permeabilidad en temperatura de trabajo (cm/s) | C. Permeabilidad en temperatura estándar (cm/s) | Tipo de permeabilidad  |
|---------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|
| <b>MUESTRA 3 - POMONA</b> |                                                   |                                                 |                        |
| <b>ESTADO NATURAL</b>     | 2.89E-05                                          | 2.76E-05                                        | Muy baja Permeabilidad |
| <b>750°C</b>              | 1.74E-05                                          | 1.59E-05                                        | Muy baja Permeabilidad |

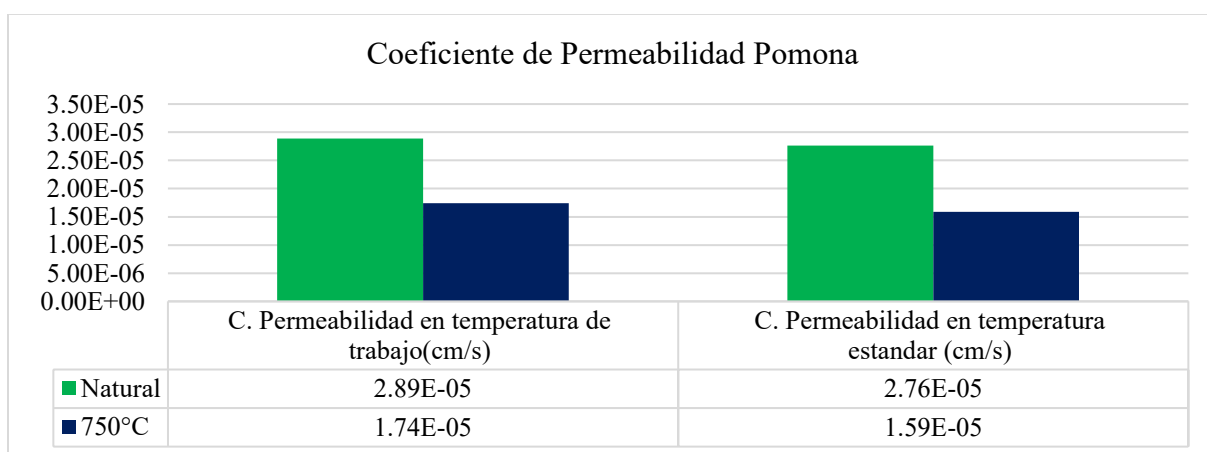


Fig. 50: Coeficientes de permeabilidad de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Pomona

Como se presenta en la TABLA XXVII y en la Fig. 50 el análisis comparativo de los coeficientes de permeabilidad para la parroquia Pomona en estado natural es de  $2.76 \times 10^{-5}$  cm/s al emplear el factor de corrección por temperatura con una de infiltración de 5ml en un tiempo de 408 segundos, mientras que para el estado de 750°C el tiempo de infiltración fue de 617 con un coeficiente de permeabilidad de  $1.59 \times 10^{-5}$  cm/s esto representa una reducción de permeabilidad del 42.52% con respecto al estado natural, su tipo de permeabilidad es catalogada como: muy baja permeabilidad.

## E. COMPACTACIÓN DEL SUELO

### 1) Compactación del suelo de la parroquia Diez de Agosto

TABLA XXVIII:  
RESULTADOS DE LA DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO

| Muestra                           | Densidad seca [g/cm <sup>3</sup> ] | Contenido de humedad óptimo [%] |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>MUESTRA 1 - DIEZ DE AGOSTO</b> |                                    |                                 |
| <b>ESTADO NATURAL</b>             | 1.278                              | 28.7                            |
| <b>750°C</b>                      | 1.362                              | 23.8                            |

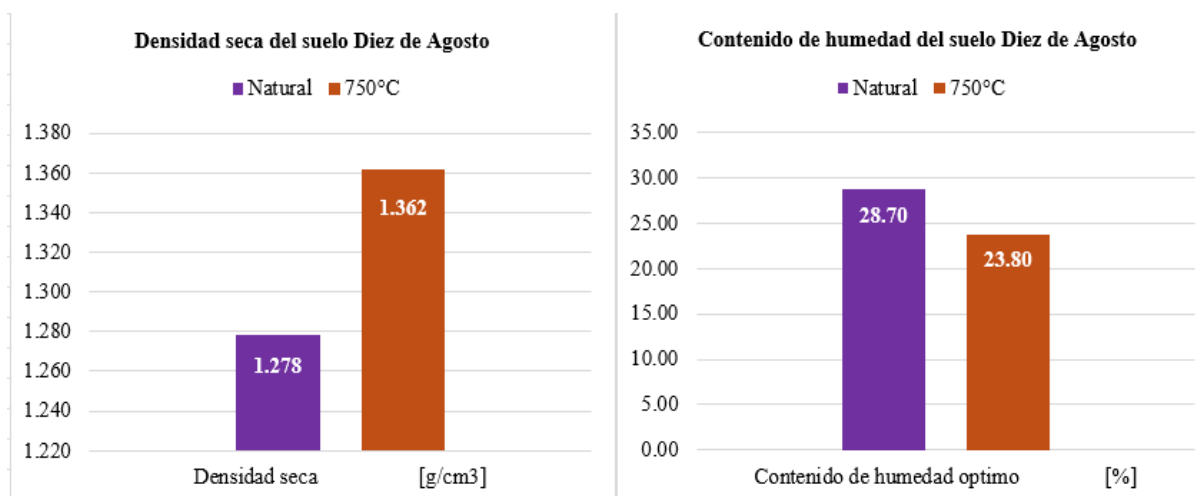


Fig. 51: Densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto

Para conocer el cambio o comportamiento notable entre los dos tipos de muestras se presenta la TABLA XXVIII y la Fig. 51 que presentan la densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra natural y de 750°C, en su estado natural la densidad seca es 1.278 g/cm<sup>3</sup> al aumentar la temperatura a 750°C su densidad aumenta alrededor del 6.17% con un valor de 1.362 g/cm<sup>3</sup> lo que se interpreta como un aumento en la compactación del suelo. El contenido de humedad en estado natural es aproximadamente

28.70% mientras que al simular incendios forestales con una temperatura de 750°C éste disminuye a 23.80%.

## 2) Compactación del suelo de la parroquia Tarqui

TABLA XXIX:  
RESULTADOS DE LA DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA TARQUI

| Muestra                   | Densidad seca [g/cm <sup>3</sup> ] | Contenido de humedad óptimo [%] |
|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>MUESTRA 2 - TARQUI</b> |                                    |                                 |
| <b>Estado Natural</b>     | 1.262                              | 25.10                           |
| <b>750°C</b>              | 1.202                              | 22.20                           |

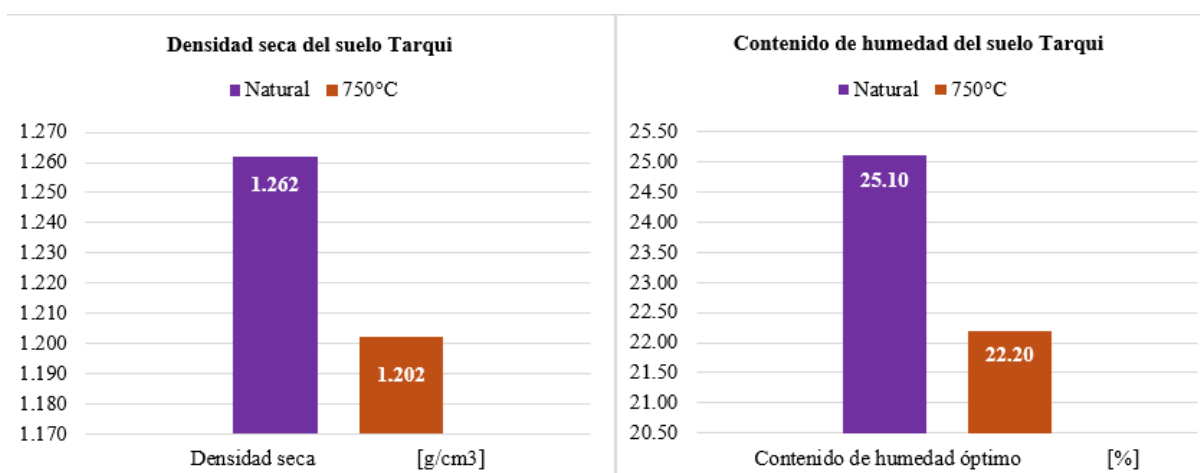


Fig. 52: Densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Tarqui

Para comprender la compactación del suelo estado natural y en 750°C se presenta un análisis comparativo detallado en la Fig. 52 y la TABLA XXIX que proporciona los datos obtenidos en laboratorio por medio del ensayo de compactación, para la muestra natural el contenido de humedad óptimo es de 25.1% mientras que su semejante en la condición de 750°C es de 22.2% lo que representa una disminución del 4.99% con respecto a su original o natural, con respecto a la densidad seca el valor es de 1.202 g/cm<sup>3</sup> en estado de 750°C lo que representa un incremento del 86.94% al comparar su natural que fue de 1.262 g/cm<sup>3</sup> lo que supone una disminución en la capacidad de compactación del suelo al estar sometido a altas temperaturas.

## 3) Compactación del suelo de la parroquia Pomona

TABLA XXX:  
RESULTADOS DE LA DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA POMONA

| Muestra                   | Densidad seca<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | Contenido de humedad óptimo<br>[%] |
|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| <b>MUESTRA 3 - POMONA</b> |                                       |                                    |
| <b>Estado Natural</b>     | 1.212                                 | 28.20                              |
| <b>750°C</b>              | 1.233                                 | 21.70                              |

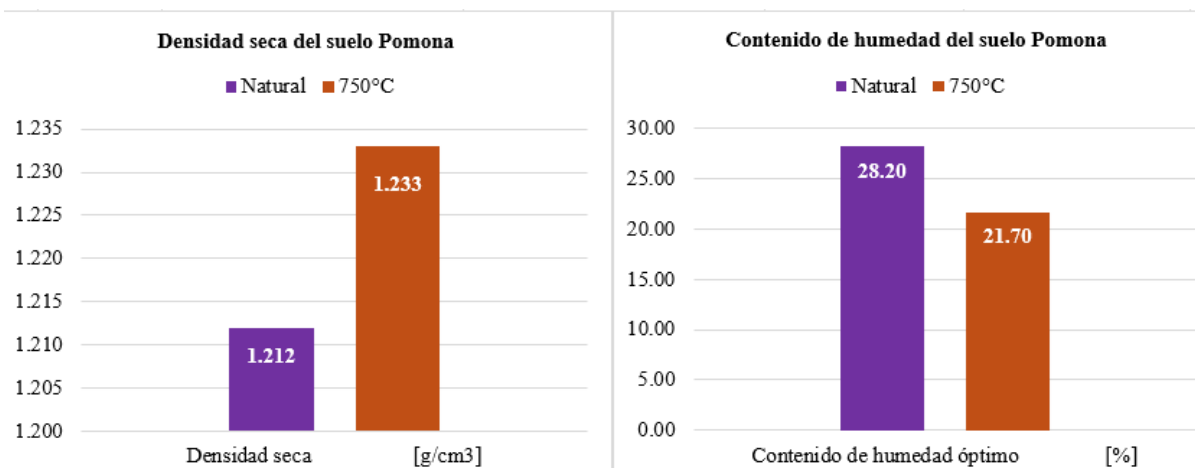


Fig. 53: Densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Pomona

El comportamiento o cambio perceptible entre los dos tipos de muestras se presentan en la Fig. 53 y la TABLA XXX que muestran la densidad máxima seca de la muestra natural y de 750°C junto con su contenido de humedad óptimo, en su estado natural la densidad seca es 1.212 g/cm<sup>3</sup> al aumentar la temperatura a 750°C su densidad aumenta en alrededor del 1.70% con un valor de 1.233 g/cm<sup>3</sup> lo que se interpreta como un incremento en la compactación del suelo, pero a su vez es casi imperceptible. El contenido de humedad disminuye en aproximadamente 29.95% lo que supone un cambio en la estructura del suelo y su capacidad de absorción de agua, inicialmente su contenido de humedad oscila en el valor de 28.2% mientras que al aumentar la temperatura a 750°C este disminuyó a 21.70%.

## F. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)

### 1) CBR del suelo de la parroquia Diez de Agosto

TABLA XXXI:  
RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN DEL CBR SEGÚN LA AASHTO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO

| Muestra                    | %CBR | Clasificación del suelo por el %CBR según la norma AASHTO |          |            |
|----------------------------|------|-----------------------------------------------------------|----------|------------|
| MUESTRA 1 - DIEZ DE AGOSTO |      |                                                           |          |            |
| Estado Natural             | 1.35 | 0-5                                                       | Muy mala | Subrasante |
| 750°C                      | 1.32 | 0-5                                                       | Muy mala | Subrasante |

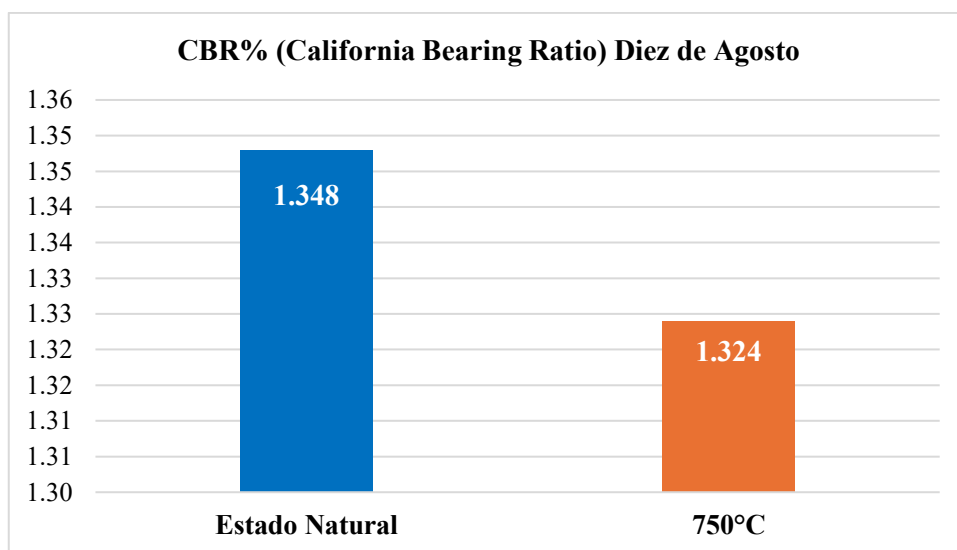


Fig. 54: %CBR (California Bearing Ratio) de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Diez de Agosto

Al comparar el índice de soporte de calificación detallado en la Fig. 54 y la TABLA XXXI del suelo proveniente de la parroquia Diez de Agosto en estado natural fue de 1.348 que según la norma AASHTO lo clasifica como “muy mala” y su aplicación sería la de una subrasante en el ámbito vial, mientras que al ser sometido a una temperatura de 750°C se observa que existió una disminución de alrededor del 1.82% con respecto a su estado original con un valor de %CBR de 1.324. Esto muestra que el suelo posee una alta resistencia térmica manteniendo casi por completo sus capacidades de soporte.

## 2) CBR del suelo de la parroquia Tarqui

TABLA XXXII:  
RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN DEL CBR SEGÚN LA AASHTO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA TARQUI

| Muestra            | %CBR  | Clasificación del suelo por el %CBR según la norma AASHTO |          |            |
|--------------------|-------|-----------------------------------------------------------|----------|------------|
| MUESTRA 2 - TARQUI |       |                                                           |          |            |
| Estado Natural     | 1.610 | 0-5                                                       | Muy mala | Subrasante |
| 750°C              | 1.195 | 0-5                                                       | Muy mala | Subrasante |

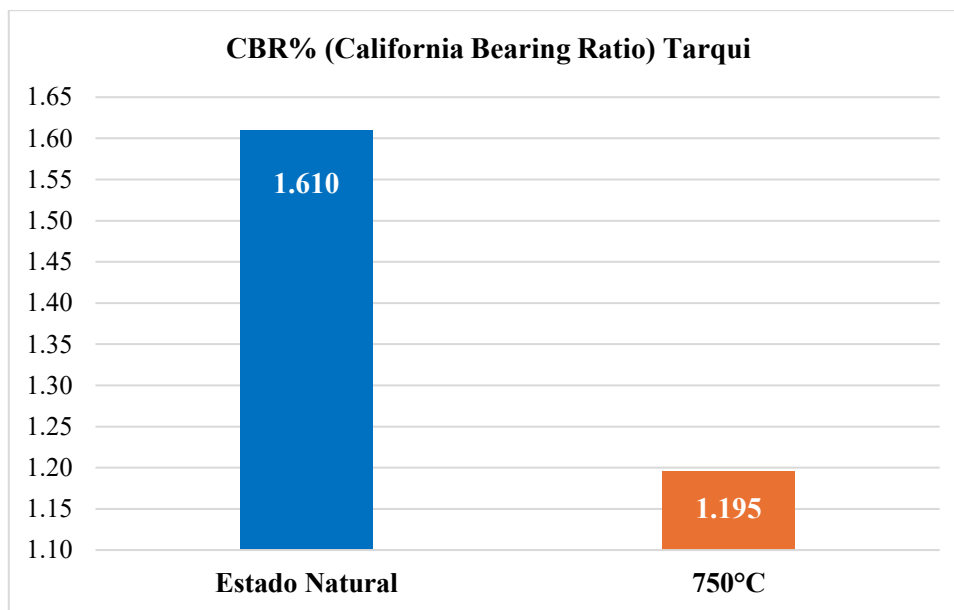


Fig. 55: %CBR (California Bearing Ratio) de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Tarqui

Como se muestra en la TABLA XXXII y la Fig. 55 que presenta el %CBR de la muestra natural y de 750°C con valores de 1.610 y 1.195 respectivamente, la disminución porcentual de la capacidad del índice de soporte de california es de 34.73% lo que propone un bajo comportamiento térmico del suelo de la parroquia Tarqui que genera la pérdida de la capacidad de soporte del suelo. Tanto la muestra natural y de 750°C es clasificada según la norma AASHTO como la más baja es decir una subrasante.

### 3) CBR del suelo de la parroquia Pomona

TABLA XXXIII:  
RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN DEL CBR SEGÚN LA AASHTO DE LA MUESTRA NATURAL VS 750°C DE LA PARROQUIA POMONA

| Muestra            | %CBR  | Clasificación del suelo por el %CBR según la norma AASHTO |          |            |
|--------------------|-------|-----------------------------------------------------------|----------|------------|
| MUESTRA 3 - POMONA |       |                                                           |          |            |
| Estado Natural     | 1.358 | 0-5                                                       | Muy mala | Subrasante |
| 750°C              | 1.161 | 0-5                                                       | Muy mala | Subrasante |

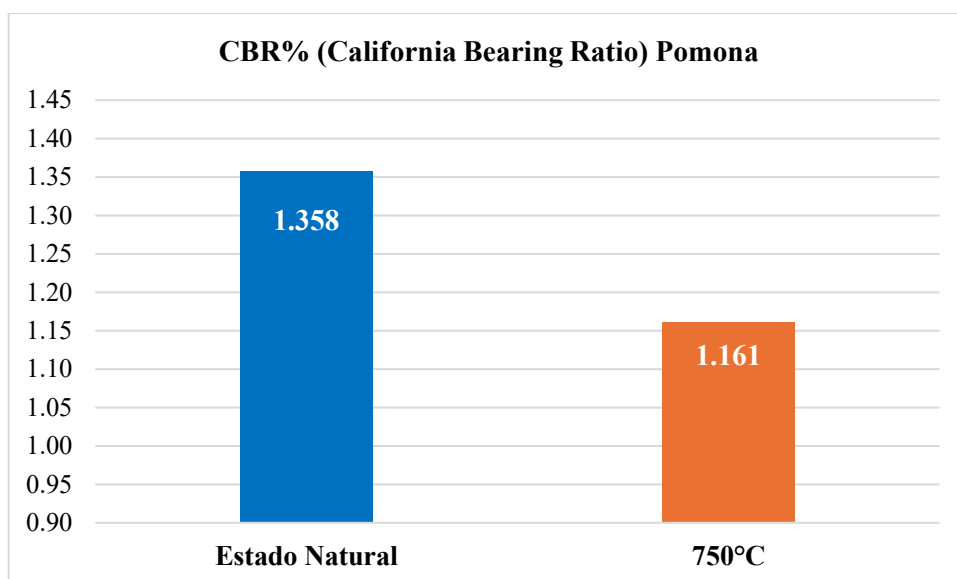


Fig. 56: %CBR (California Bearing Ratio) de la muestra natural vs 750°C de la parroquia Pomona

Al realizar una comparación del índice de soporte californiano detallado en la Fig. 56 y la TABLA XXXIII tanto de la muestra natural como de la de 750°C proveniente de la parroquia Pomona, se obtuvieron los siguientes resultados en laboratorio 1.358 y 1.161 respectivamente que según la norma AASHTO es clasificada como “muy mala” y su aplicación sería la de una subrasante, la disminución al ser sometida a una temperatura semejante a la de un incendio forestal es de alrededor del 16.97% con respecto a su estado original con un valor de %CBR. Esto muestra que el suelo no posee una alta resistencia térmica, perdiendo una capacidad moderada de soporte.

## G. ÍNDICE DE INFLAMABILIDAD

### 1) Inflamabilidad del suelo de la parroquia Diez de Agosto

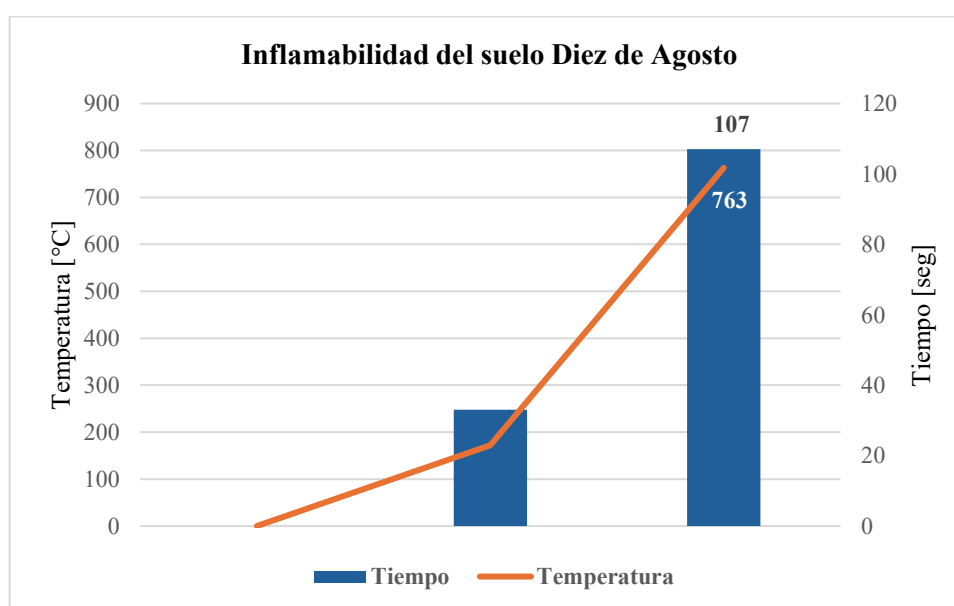


Fig. 57: Resultados de inflamabilidad de la muestra natural a 750°C de la parroquia Diez de Agosto

El suelo perteneciente a la parroquia Diez de Agosto necesitó alrededor de 107 segundos para alcanzar una temperatura aproximadamente de 750°C el cual es un tiempo promedio contrastando con las otras dos muestras correspondientes a la misma provincia, este fenómeno simuló los incendios forestales y sus resultados son presentados en la Fig. 57, como lo detalla la **NTE INEN-ISO 11925-2**, el suelo no se encendió, pero si acumuló residuos de ceniza en el mismo al tratarse de una arcilla se presentaron cambios visibles como un cambio en su color natural y palpables a la textura de este mismo la parte más superficial se disgregó mientras que el núcleo empezó a solidificarse.

## 2) Inflamabilidad del suelo de la parroquia Tarqui

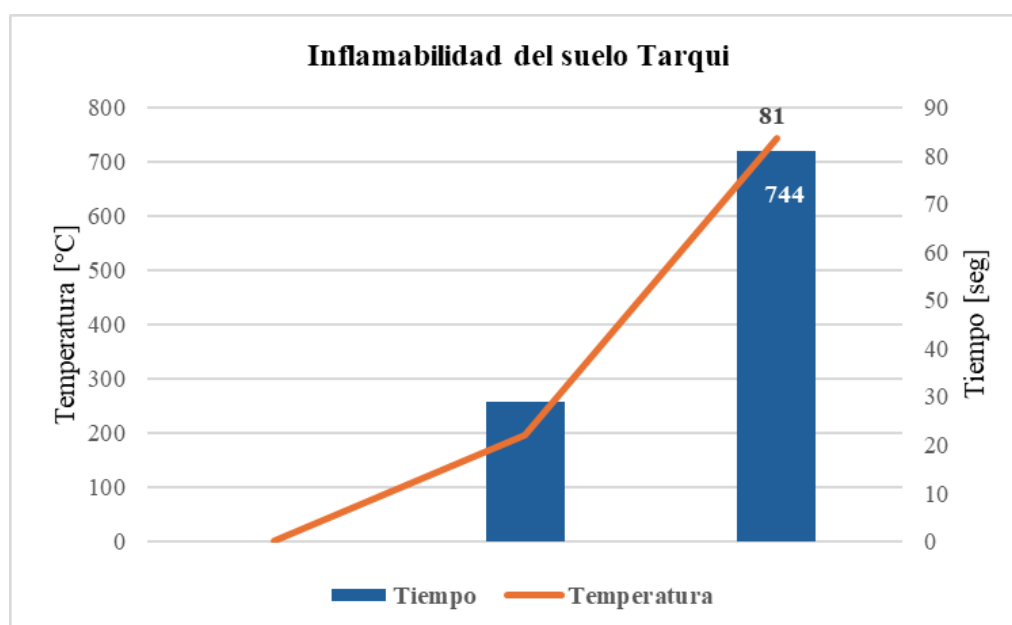


Fig. 58: Resultados de inflamabilidad de la muestra natural a 750°C de la parroquia Tarqui

En la Fig. 58 se presentan los resultados obtenidos en la inflamabilidad del suelo de la parroquia Tarqui para alcanzar la temperatura propuesta de 750°C se necesitó un tiempo aproximado de 81 segundos que es el menor tiempo con respecto a los tres tipos de muestras de estudio. En este caso la muestra no se incendió ni tampoco presentó cambios palpables únicamente se observaron cambios visibles en la estructura física del suelo al cambiar su color pasando de ser una arcilla con tono amarillo a tornarse gris por efecto de la llama en contacto directo con el suelo.

## 3) Inflamabilidad del suelo de la parroquia Pomona

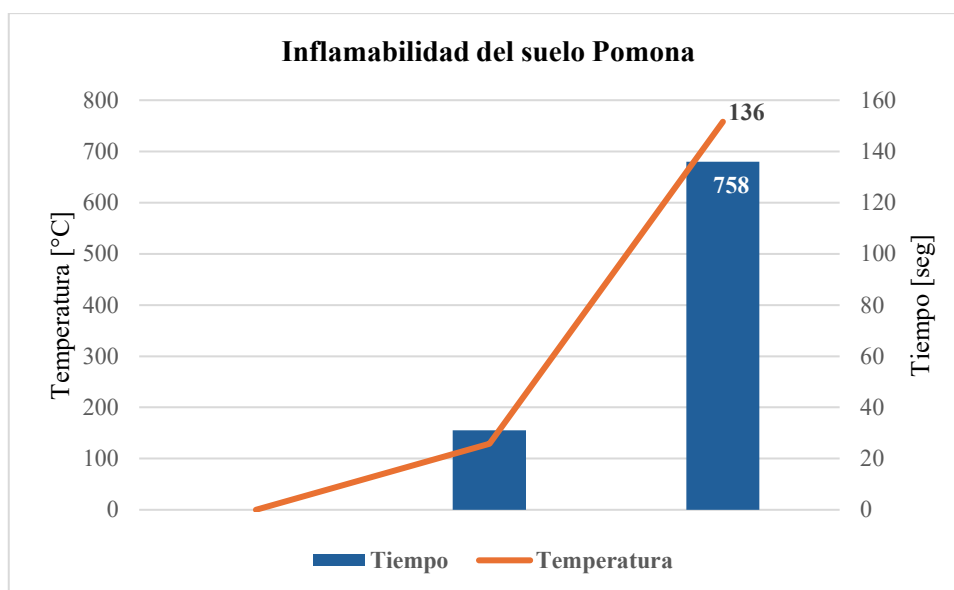


Fig. 59: Resultados de inflamabilidad de la muestra natural a 750°C de la parroquia Pomona

La Fig. 59 presenta el tiempo y la temperatura alcanzada de la muestra de suelo perteneciente a la parroquia Pomona, el tiempo aproximado para alcanzar una temperatura de 750°C fue de 136 segundos que es el tiempo más largo con respecto a sus semejantes de Tarqui y Diez de Agosto. En este caso el suelo presentó cambios visibles como partículas que se incendiaron y cambiaron su aspecto y color con respecto a los cambios palpables se presentó una mayor disgregación del material.

## H. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tabla XXXIV:  
TABLA GENERAL DE RESULTADOS DE PARROQUIAS Y ENSAYOS

| Ensayo                         | Parroquia | Diez de Agosto |           | Tarqui     |           | Pomona     |           |
|--------------------------------|-----------|----------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
|                                |           | E. Natural     | E. 750°C  | E. Natural | E. 750°C  | E. Natural | E. 750°C  |
| Análisis granulométrico [%]    | Grava     | 1.35           | 1.64      | 1.56       | 0.00      | 0.00       | 1.85      |
|                                | Arena     | 84.65          | 83.51     | 81.10      | 81.09     | 84.48      | 79.31     |
|                                | Finos     | 14.01          | 14.85     | 17.34      | 18.91     | 15.52      | 18.84     |
| Gravedad Especifica            |           | 2.763          | 2.448     | 2.701      | 2.854     | 2.745      | 2.433     |
| Límite líquido [%]             |           | 36.17          | 28.74     | 38.39      | 30.02     | 27.07      | 29.23     |
| Límite Plástico [%]            |           | 27.90          | 22.76     | 29.55      | 18.99     | 22.30      | 20.21     |
| Índice de Plasticidad [%]      |           | 8.27           | 5.98      | 8.84       | 11.04     | 4.77       | 9.01      |
| Permeabilidad [cm/seg]         |           | 1.981E-05      | 1.575E-05 | 3.232E-05  | 2.151E-05 | 2.763E-05  | 1.588E-05 |
| Densidad Seca [g/cm]           |           | 1.278          | 1.362     | 1.262      | 1.202     | 1.212      | 1.233     |
| Humedad Óptima [%]             |           | 28.70          | 23.80     | 25.10      | 22.20     | 28.20      | 21.70     |
| CBR                            |           | 1.348          | 1.324     | 1.610      | 1.195     | 1.358      | 1.161     |
| Inflamabilidad del Suelo [seg] |           | 107            |           | 81         |           | 136        |           |

El estudio evidenció que los suelos de las parroquias Pomona, Tarqui y Diez de Agosto experimentaron alteraciones significativas en sus propiedades físicas y mecánicas tras ser expuestos a una temperatura de 750 °C. En Pomona, se observó la mayor variabilidad granulométrica con una reducción del 5.17 % en arenas y un incremento del 88.89 % en el índice de plasticidad, indicando un cambio sustancial en su comportamiento físico. En Tarqui, la gravedad específica aumentó un 5.65 %, lo que reflejó una alteración mineralógica relevante; además, esta parroquia mostró la mayor pérdida en capacidad de soporte, con una reducción del 34.73 % en el CBR y de la densidad seca. En Diez de Agosto, se registró la menor permeabilidad y una clara disminución de la transmisibilidad de agua, ratificando su clasificación como arcilla. Por otro lado, el tiempo requerido para alcanzar los 750 °C varió notablemente: Diez de Agosto necesitó 107 segundos, Tarqui fue la más rápida con 81 segundos, mientras que Pomona tardó 136 segundos, siendo la más lenta. Estas variaciones demuestran la influencia del tratamiento térmico sobre las características geotécnicas del suelo, lo que resulta crucial para la planificación de obras en estas zonas.

## **II. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **A. HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

El contacto directo frente al fuego de los tipos de suelos provenientes de las parroquias: Diez de Agosto, Tarqui y Pomona si producen cambios significativos en varias propiedades como: granulometría, gravedad específica, límites de Atterberg, permeabilidad, CBR e inflamabilidad.

Mediante los resultados presentados en esta investigación se contrasta la veracidad de la hipótesis alternativa y se afirma la misma, puesto que se ha observado alteraciones considerables en varias de las propiedades mencionadas con anterioridad en las parroquias: Diez de Agosto, Tarqui y Pomona después de ser sometidos a una temperatura de 750°C, por lo que estos hallazgos confirman los cambios en las propiedades de los suelos en contacto directo con el fuego.

## CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### I. CONCLUSIONES

- La exposición a elevadas temperaturas ejerce una influencia decisiva sobre las características físicas del suelo. En particular, el tratamiento térmico a 750 °C provocó una notable reducción del peso original de la muestra, atribuida principalmente a la degradación de la materia y a la deshidratación de minerales como el agua. Este proceso térmico indujo transformaciones significativas en el volumen del material, lo que a su vez alteró parámetros clave como la densidad aparente y la porosidad, estas modificaciones repercutieron directamente en las propiedades mecánicas del suelo y en su capacidad de retención de agua, aspectos que fueron documentados detalladamente a lo largo del estudio.

- La parroquia Pomona presentó la mayor variabilidad en su granulometría al comparar el estado natural con el realizado tras la exposición a 750 °C. Se observó una disminución del 5.17 % en el contenido de arenas, acompañada de un incremento del 3.32 % en la fracción de finos, mientras que el porcentaje de gravas se mantuvo por debajo del 2%. Asimismo, Pomona destacó por presentar el mayor aumento en su índice de plasticidad, con una variación del 88.89 %, pasando de 4.24 en estado natural a 9.01 tras el tratamiento térmico. Estos cambios reflejan una modificación significativa en el comportamiento físico del suelo, lo cual debe ser considerado en futuros estudios geotécnicos y en la planificación de proyectos de infraestructura en esta zona.

- La muestra procedente de la parroquia Tarqui evidencian un cambio más significativo de gravedad específica al compararla con las demás localidades analizadas. En estado natural, el valor registrado fue de 2.701, correspondiente a suelos con características típicas de una arcilla. No obstante, tras ser sometida a una temperatura de 750 °C, la gravedad específica se incrementó en un 5.65 %, alcanzando un valor de 2.854. Este notable aumento sugiere una alteración significativa en la composición mineralógica del material, atribuible a la pérdida de agua, se destaca que, debido a la magnitud de este valor, no es posible asignar una clasificación convencional al suelo en dichas condiciones.

- En este estudio, se identificó que el suelo de la parroquia Diez de Agosto presenta la menor permeabilidad entre los tres tipos analizados, con un valor de  $1.98 \times 10^{-5}$  cm/s en estado natural tras ser sometido a una temperatura de 750 °C, dicho valor se redujo a 1.57 /s, lo que evidencia una disminución en la transmisión de agua a través del suelo lo que conlleva una menor conectividad de los poros de esta manera el suelo de esta parroquia puede ser clasificado como una arcilla según Terzagui.

- La parroquia Tarqui es aquella que presenta una mayor reducción en sus capacidades de soporte al ser sometido a altas temperaturas. La densidad seca, que en estado natural fue de 1.262 g/cm<sup>3</sup>, se redujo a 1.202 g/cm<sup>3</sup>, lo que representa apenas el 86.94 % de su valor original. Asimismo, se observó una disminución en el contenido de humedad óptimo, alcanzando un valor de 22.20%. En cuanto al Índice de Soporte Californiano, este tipo de suelo se clasifica dentro del rango de 1 a 5, adecuado únicamente para su uso como subrasante. El CBR en estado natural fue de 1.61, y tras la exposición térmica disminuyó en un 34.73 %, alcanzando un valor final de 1.05. Estas variaciones reflejan una pérdida significativa en la capacidad estructural del suelo, lo cual debe ser considerado cuidadosamente en el diseño y evaluación de cimentaciones y estructuras viales que se ubiquen sobre este tipo de material.

- El análisis comparativo del tiempo requerido para alcanzar una temperatura aproximada de 750 °C en las muestras de suelo reveló diferencias significativas entre las parroquias estudiadas. La parroquia Diez de agosto necesita un tiempo alrededor de los 107 segundos para alcanzar aproximadamente los 750, mientras que Tarqui lo hace 24.29% más rápido con un tiempo de 81 segundos, todo lo contrario con Pomona que su tiempo de exposición es el mayor de todos con un tiempo de 136 segundos.

## II. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una caracterización complementaria que permita estandarizar el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos analizados, cuando éstos son sometidos a condiciones de altas temperaturas que simulen escenarios asociados a incendios forestales, para comprender con mayor precisión las alteraciones inducidas térmicamente en los suelos y, en consecuencia, mejorar los modelos predictivos y las estrategias de manejo luego del incendio en ecosistemas afectados.

- Se considera fundamental que las prácticas experimentales y los ensayos de laboratorio se desarrollen bajo condiciones de temperatura, humedades estrictamente controladas. En particular, destacó la importancia de regular con precisión el contenido de humedad del suelo durante la ejecución de pruebas de compactación y del ensayo CBR del suelo, dado que este parámetro incide de manera directa en la confiabilidad de los resultados. La ausencia de un control riguroso en este aspecto puede conducir a una dispersión significativa de los datos, comprometiendo la validez de las conclusiones obtenidas.

- En lo que respecta al ensayo de inflamabilidad del suelo, se recomienda trabajar con un mínimo de tres cronómetros de precisión, a fin de registrar múltiples mediciones y calcular un promedio representativo del tiempo de exposición. Esta práctica contribuye a reducir la variabilidad de los datos asociada a errores humanos o sistemáticos. Asimismo, se considera esencial especificar con claridad el modelo de soplete utilizado, incluyendo sus características técnicas, para favorecer la reproducibilidad del ensayo en futuros estudios y garantizar la consistencia metodológica en contextos comparativos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

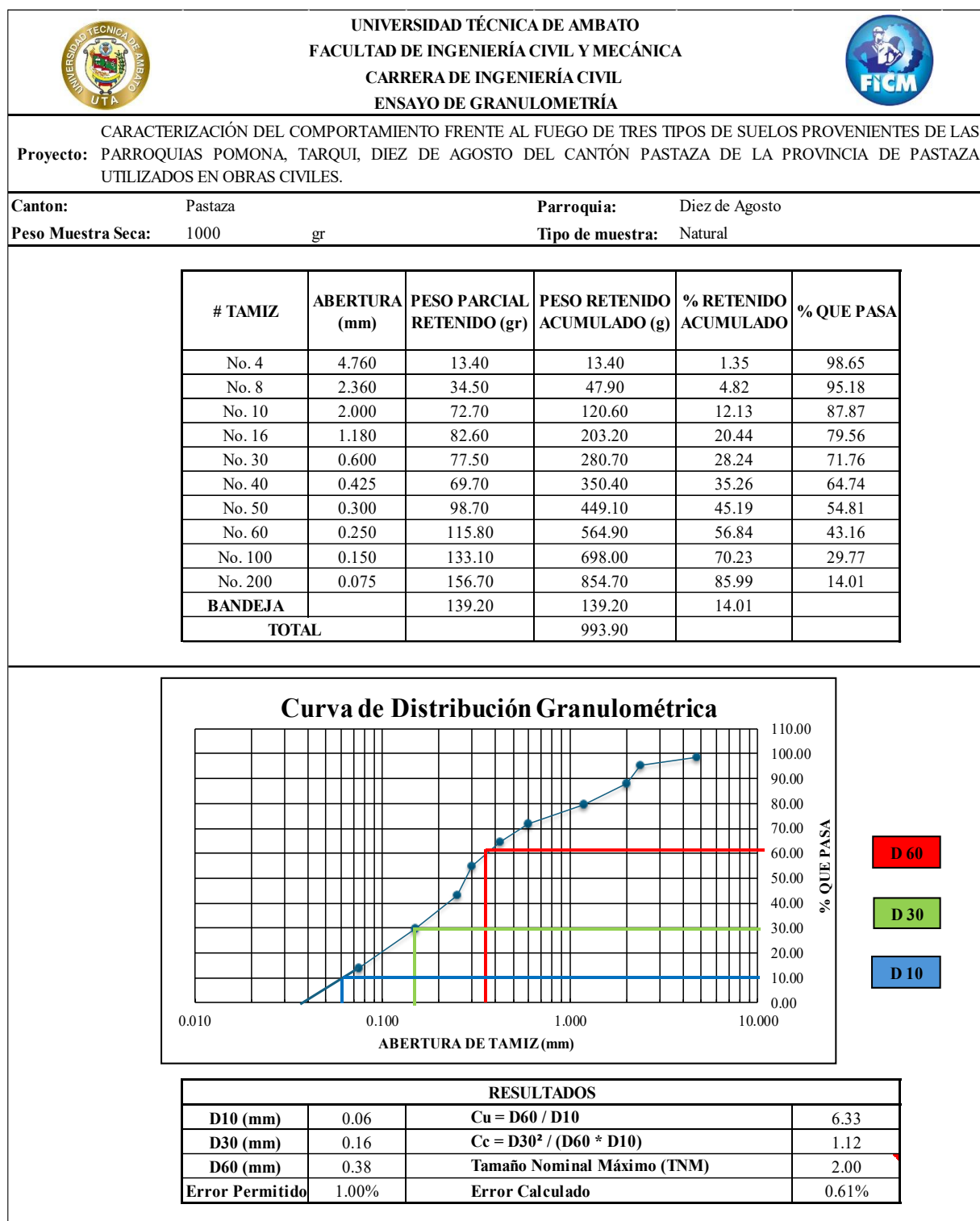
- [1]L. R. López Chuiza, «Caracterización del comportamiento frente al fuego de tres tipos de suelos de la provincia de Tungurahua utilizados en obras civiles», ago. 2024, Accedido: 5 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/41924>
- [2]M. G. Cuitiño-Rosales, R. Rotondaro, y A. Esteves, «Análisis comparativo de aspectos térmicos y resistencias mecánicas de los materiales y los elementos de la construcción con tierra.», *Rev. Arquít. Bogotá*, vol. 22, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2020, doi: 10.14718/RevArq.2020.2348.
- [3]Ministerio de Transporte y Obras Públicas, «Ministerio de Transporte y Obras Públicas - Biblioteca». Accedido: 5 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.obraspublicas.gob.ec/biblioteca/>
- [4]L. G. Maucaylla Mamani y J. B. Mallqui Anchilia, «Análisis del desempeño de la cal con fibra de polipropileno para mitigar la reducción de la resistencia a la compresión de un suelo gravoso arcilloso ante los cambios de temperatura mediante el ensayo de compresión», *Univ. Peru. Cienc. Apl. UPC*, jun. 2023, Accedido: 5 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/668922>
- [5]J. Rivera, A. M. Aguirre-Guerrero, R. Mejia, y A. Orobio, «Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión)», *Inf. Téc.*, vol. 84, pp. 43-67, mar. 2020, doi: 10.23850/22565035.2530.
- [6]«Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) – MIDUVI – Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda». Accedido: 5 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- [7]C. Wang *et al.*, «Enhanced light-thermal conversion efficiency of mixed clay base phase change composites for thermal energy storage», *Appl. Clay Sci.*, vol. 189, p. 105535, may 2020, doi: 10.1016/j.clay.2020.105535.
- [8]K. Wang, S. Zhang, R. DelgadoTéllez, y F. Wei, «A new slope unit extraction method for regional landslide analysis based on morphological image analysis», *Bull. Eng. Geol. Environ.*, vol. 78, n.º 6, pp. 4139-4151, sep. 2019, doi: 10.1007/s10064-018-1389-0.
- [9]A. M. Tang *et al.*, «Atmosphere–vegetation–soil interactions in a climate change context; impact of changing conditions on engineered transport infrastructure slopes in Europe», *Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol.*, vol. 51, n.º 2, pp. 156-168, may 2018, doi: 10.1144/qjegh2017-103.

- [10] M. G. Minervini, H. J. M. Morrás, y M. Á. Taboada, «Efectos del fuego en la matriz del suelo. Consecuencias sobre las propiedades físicas y mineralógicas», *Ecol. Austral*, vol. 28, n.º 1, pp. 012-027, abr. 2019, doi: 10.25260/EA.18.28.1.0.127.
- [11] F. Monteiro, P. J. R. D. Albuquerque, y F. D. S. G. Gigliotti, «Geotechnical characterization of tropical soil via laboratory testing: Caracterização geotécnica de solo tropical a partir de ensaios de laboratório», *Concilium*, vol. 24, n.º 17, pp. 122-143, ago. 2024, doi: 10.53660/CLM-4013-24R11.
- [12] V. Szilágyi, K. Gméling, S. Józsa, I. Harsányi, y L. Szentmiklósi, «Oligomictic alluvial aggregates: petro-mineralogical and geochemical evaluation of sandy gravel formations on the middle course of the Danube (Hungary)», *Bull. Eng. Geol. Environ.*, vol. 80, n.º 8, pp. 5957-5977, ago. 2021, doi: 10.1007/s10064-021-02271-w.
- [13] E. Chirinos, E. Rodriguez, y S. Muñoz, «MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA MEJORAR EL CBR CON FINES DE PAVIMENTACIÓN: UNA REVISIÓN LITERARIA», *Suelos Ecuat.*, vol. 51, n.º 1-2, pp. 72-92, 2021.
- [14] E. A. Sandoval-Vallejo, W. A. Rivera-Mena, E. A. Sandoval-Vallejo, y W. A. Rivera-Mena, «Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada», *Cienc. E Ing. Neogranadina*, vol. 29, n.º 1, pp. 135-151, jun. 2019, doi: 10.18359/rcin.3478.
- [15] A. Díaz, *Caracterización de los suelos de la Amazonía ecuatoriana*. Sacha, EC: INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía, 2018, 2018. Accedido: 5 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5446>
- [16] «Universitat Politècnica de València». Accedido: 5 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.upv.es/visor/media/b272c280-700a-11e9-a7d3-3df1cef1857d/v>
- [17] H. A. Rondón Quintana, E. A. Vargas Castro, y L. Á. Moreno Anselmi, «Evaluación de la temperatura como método de estabilización de arcillas», *Studiositas*, vol. 5, n.º 1, pp. 7-13, 2020.
- [18] H. Zeng *et al.*, «Desiccation-induced curling of mud layers: Field observations and experimental insights», *Eng. Geol.*, vol. 296, p. 106458, ene. 2022, doi: 10.1016/j.enggeo.2021.106458.
- [19] D20 Committee, *Test Method for Measuring the Minimum Oxygen Concentration to Support Candle-Like Combustion of Plastics (Oxygen Index)*. doi: 10.1520/D2863-19.
- [20] «ISO/TS 5658-1:2006», ISO. Accedido: 5 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/36962.html>
- [21] «EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE ARCILLAS SOMETIDAS A DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN A ALTAS TEMPERATURAS». Accedido: 6

- de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372011000200014](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372011000200014)
- [22] J. M. D. L. D. Hernández-Sánchez, B. Figueroa-Sandoval, y M. R. Martínez Menes, «Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza», *Rev. Mex. Cienc. Agríc.*, n.º 22, pp. 53-61, abr. 2019, doi: 10.29312/remexca.v0i22.1858.
- [23] G. Almendros, F. J. González-Vila, J. A. González-Pérez, y H. Knicker, «Protocolos y técnicas analíticas e instrumentales para evaluar el impacto del fuego sobre la materia orgánica del suelo».
- [24] W. Á. G. Rodríguez, «Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado», *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 7, n.º 2, Art. n.º 2, may 2023, doi: 10.37811/cl\_rcm.v7i2.5834.
- [25] BADILLO JUAREZ, *mecanica-de-suelos-tomo-1-juarez-badillo*. 2018. Accedido: 21 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://archive.org/details/mecanica-de-suelos-tomo-1-juarez-badillo>
- [26] J. E. Bowles, *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil*. Bogotá: McGraw-Hill, 1990.
- [27] I. M. T. Garibay, «GEOLOGÍA Y GEOTECNIA 2003».
- [28] «Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. 4a. Ed. Braja M. Das», Issuu. Accedido: 21 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: [https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos\\_de\\_ingenieria\\_low\\_1\\_iss](https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos_de_ingenieria_low_1_iss)
- [29] «NTE INEN 0691: Mecánica de suelos. Determinación del», studylib.es. Accedido: 21 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://studylib.es/doc/6554057/nte-inen-0691--mecanicade-suelos.-determinación-del>
- [30] «Límites De Atterberg: Determinación De Los Límites Plástico, Líquido Y De Encogimiento Del Suelo.» COTECNO | Equipamiento Científico | Prospecciones, Auscultación, Geofísica, Ingeniería». Accedido: 21 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.cotecno.cl/limites-de-atterberg-determinacion-de-los-limites-de-plastico-liquido-y-encogimiento/>

# ANEXOS

## Anexo 1: Granulometría en estado natural de la parroquia Diez de Agosto



## Anexo 2: Granulometría en estado de 750°C de la parroquia Diez de Agosto

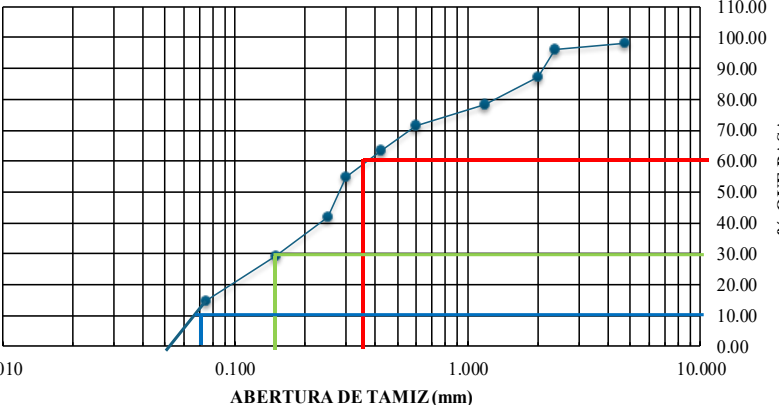
|                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                |                                                                                     |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                                                                                                                                                                                               | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE GRANULOMETRÍA</b> |  |                |
| <p style="text-align: center;">CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS</p> <p><b>Proyecto:</b> PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.</p> |                                                                                                                                                                |                                                                                     |                |
| <b>Canton:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 | Pastaza                                                                                                                                                        | <b>Parroquia:</b>                                                                   | Diez de Agosto |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                      | 1000 gr                                                                                                                                                        | <b>Tipo de muestra:</b>                                                             | 750 °C         |

| # TAMIZ        | ABERTURA (mm) | PESO PARCIAL RETENIDO (gr) | PESO RETENIDO ACUMULADO (g) | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
|----------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------|------------|
| No. 4          | 4.760         | 16.30                      | 16.30                       | 1.64                 | 98.36      |
| No. 8          | 2.360         | 23.90                      | 40.20                       | 4.04                 | 95.96      |
| No. 10         | 2.000         | 85.70                      | 125.90                      | 12.66                | 87.34      |
| No. 16         | 1.180         | 91.40                      | 217.30                      | 21.86                | 78.14      |
| No. 30         | 0.600         | 67.80                      | 285.10                      | 28.68                | 71.32      |
| No. 40         | 0.425         | 81.10                      | 366.20                      | 36.84                | 63.16      |
| No. 50         | 0.300         | 83.20                      | 449.40                      | 45.21                | 54.79      |
| No. 60         | 0.250         | 127.70                     | 577.10                      | 58.05                | 41.95      |
| No. 100        | 0.150         | 124.50                     | 701.60                      | 70.58                | 29.42      |
| No. 200        | 0.075         | 144.90                     | 846.50                      | 85.15                | 14.85      |
| <b>BANDEJA</b> |               | 147.60                     | 147.60                      | 14.85                |            |
| <b>TOTAL</b>   |               |                            | 994.10                      |                      |            |

**Curva de Distribución Granulométrica**



ABERTURA DE TAMIZ (mm)

**D 60**

**D 30**

**D 10**

| RESULTADOS             |       |                                                       |       |
|------------------------|-------|-------------------------------------------------------|-------|
| <b>D10 (mm)</b>        | 0.07  | <b><math>Cu = D_{60} / D_{10}</math></b>              | 5.43  |
| <b>D30 (mm)</b>        | 0.17  | <b><math>Cc = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})</math></b> | 1.09  |
| <b>D60 (mm)</b>        | 0.38  | <b>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</b>                    | 2.00  |
| <b>Error Permitido</b> | 1.00% | <b>Error Calculado</b>                                | 0.59% |

## Anexo 3: Granulométrica en estado natural de la parroquia Tarqui

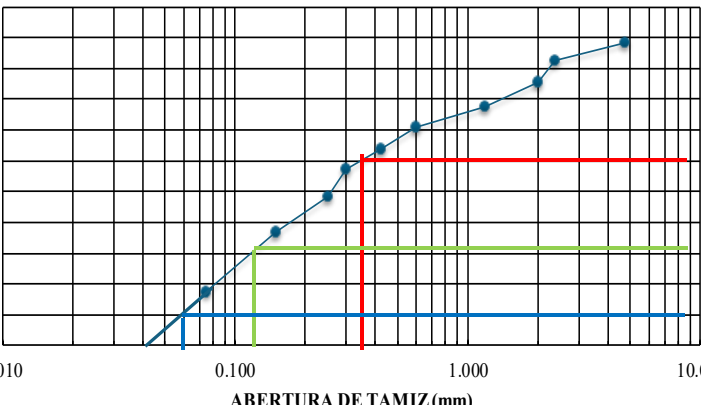
|                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                |                                                                                     |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                                                                                                                                                                               | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE GRANULOMETRÍA</b> |  |         |
| <p style="text-align: center;">CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS</p> <p><b>Proyecto:</b> PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.</p> |                                                                                                                                                                |                                                                                     |         |
| <b>Canton:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 | Pastaza                                                                                                                                                        | <b>Parroquia:</b>                                                                   | Tarqui  |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                      | 1000 gr                                                                                                                                                        | <b>Tipo de muestra:</b>                                                             | Natural |

| # TAMIZ        | ABERTURA (mm) | PESO PARCIAL RETENIDO (gr) | PESO RETENIDO ACUMULADO (g) | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
|----------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------|------------|
| No. 4          | 4.760         | 15.50                      | 15.50                       | 1.56                 | 98.44      |
| No. 8          | 2.360         | 57.30                      | 72.80                       | 7.35                 | 92.65      |
| No. 10         | 2.000         | 69.50                      | 142.30                      | 14.36                | 85.64      |
| No. 16         | 1.180         | 81.60                      | 223.90                      | 22.60                | 77.40      |
| No. 30         | 0.600         | 64.00                      | 287.90                      | 29.06                | 70.94      |
| No. 40         | 0.425         | 71.70                      | 359.60                      | 36.29                | 63.71      |
| No. 50         | 0.300         | 63.40                      | 423.00                      | 42.69                | 57.31      |
| No. 60         | 0.250         | 89.30                      | 512.30                      | 51.71                | 48.29      |
| No. 100        | 0.150         | 114.60                     | 626.90                      | 63.27                | 36.73      |
| No. 200        | 0.075         | 192.10                     | 819.00                      | 82.66                | 17.34      |
| <b>BANDEJA</b> |               | 171.80                     | 171.80                      | 17.34                |            |
| <b>TOTAL</b>   |               |                            | 990.80                      |                      |            |

**Curva de Distribución Granulométrica**



D 60

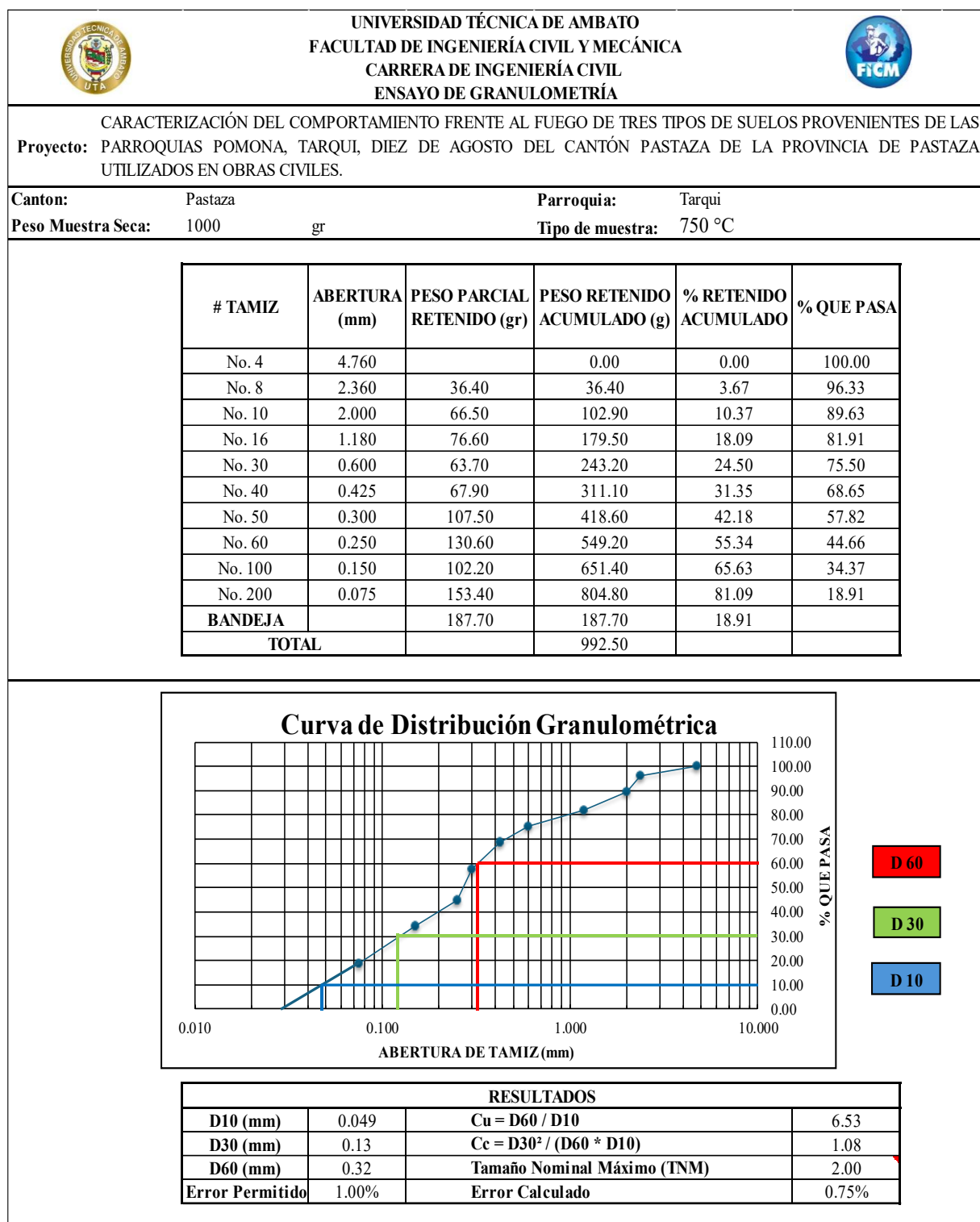
D 30

D 10

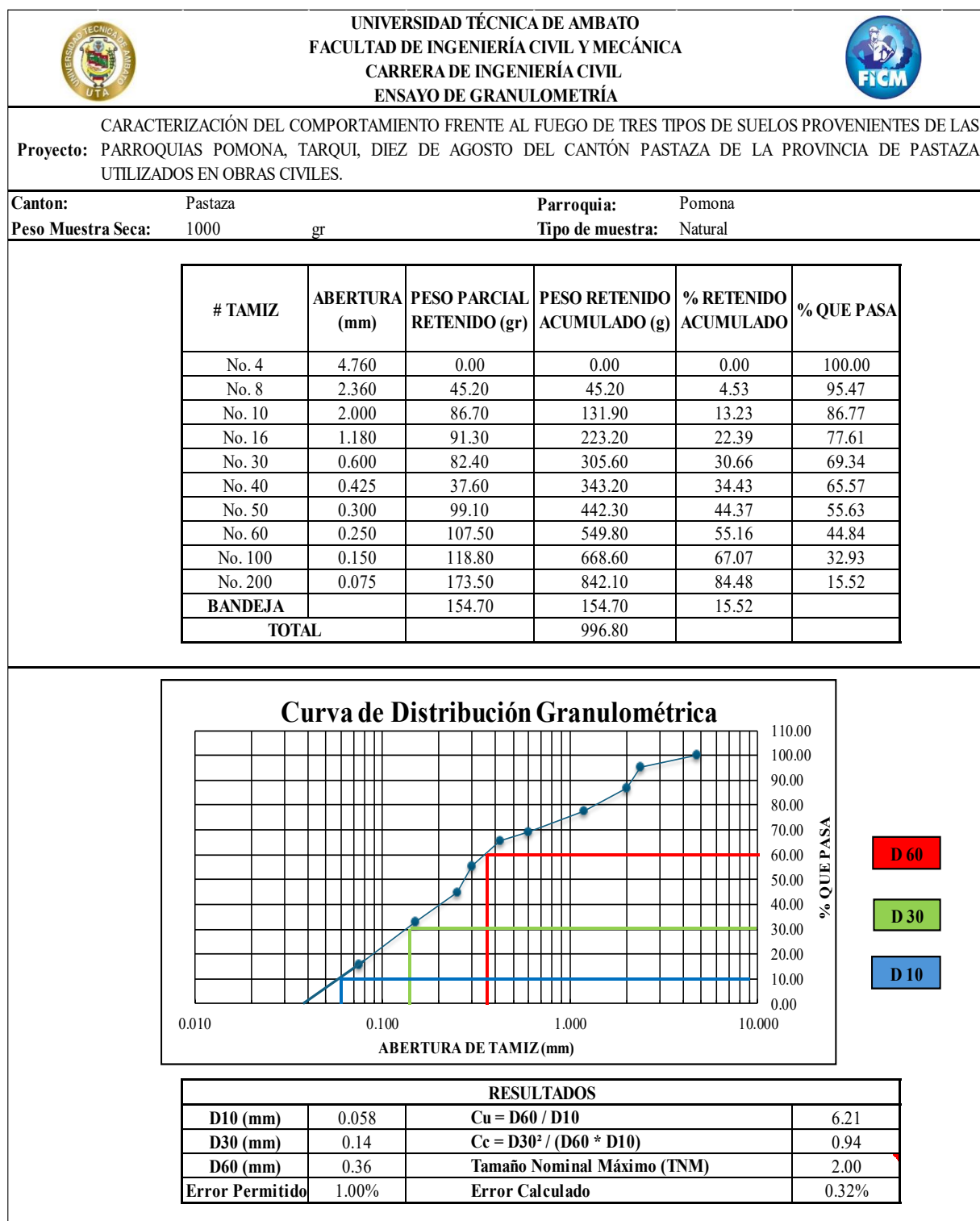
  

| RESULTADOS             |       |                                                        |       |
|------------------------|-------|--------------------------------------------------------|-------|
| <b>D10 (mm)</b>        | 0.054 | <b><math>C_u = D_{60} / D_{10}</math></b>              | 6.85  |
| <b>D30 (mm)</b>        | 0.12  | <b><math>C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})</math></b> | 0.72  |
| <b>D60 (mm)</b>        | 0.37  | <b>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</b>                     | 2.36  |
| <b>Error Permitido</b> | 1.00% | <b>Error Calculado</b>                                 | 0.92% |

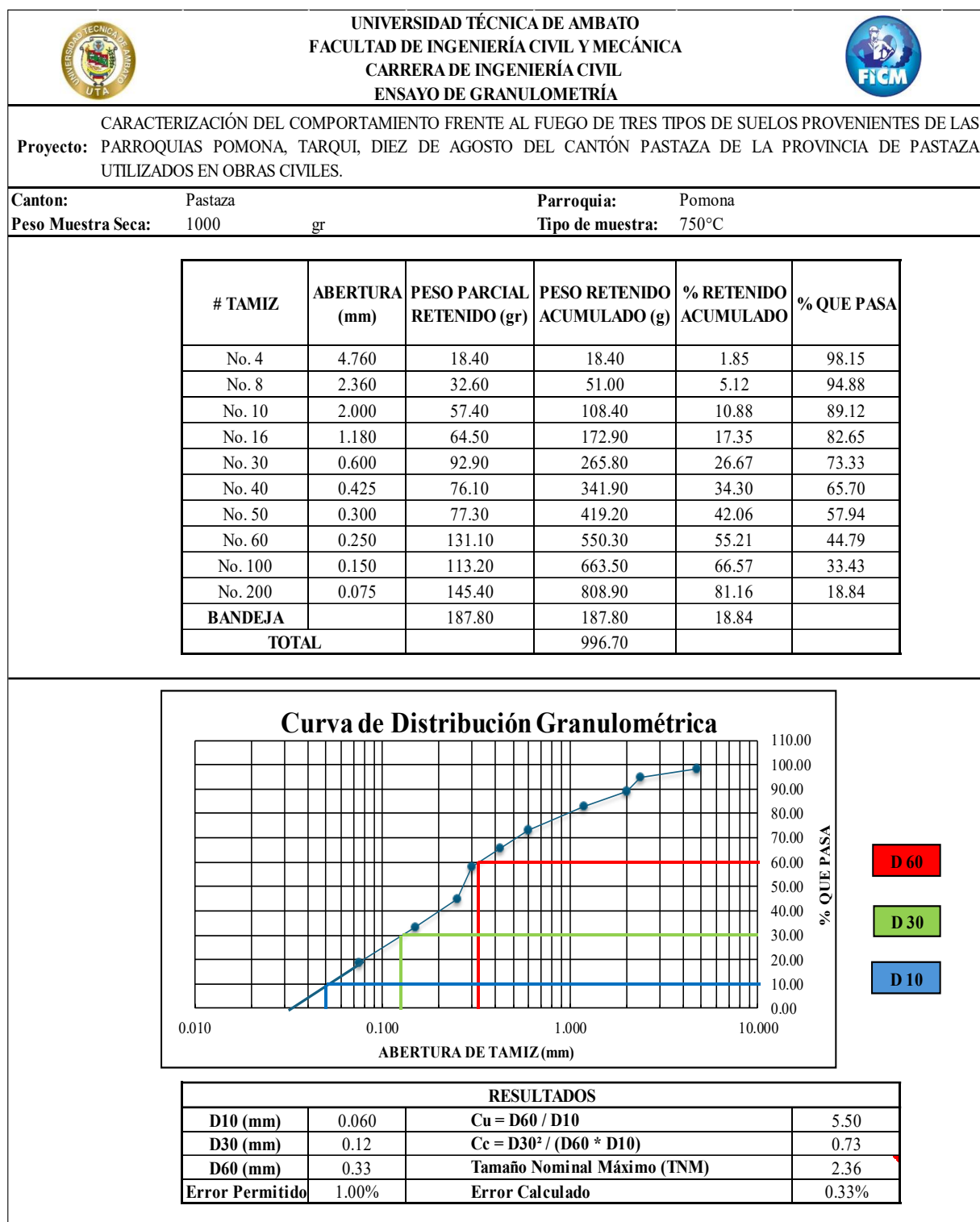
## Anexo 4: Granulométrica en estado de 750°C de la parroquia Tarqui



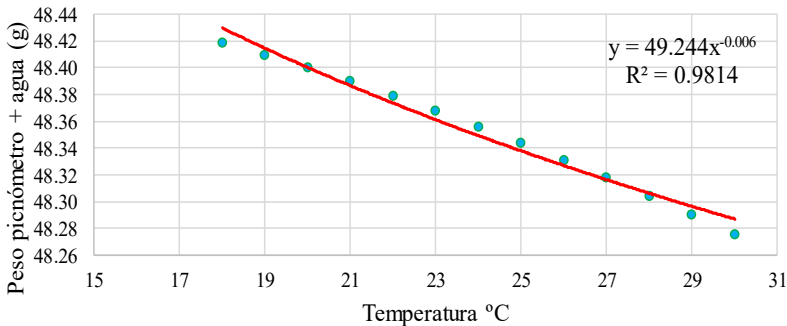
## Anexo 5: Granulométrica en estado natural de la parroquia Pomona



## Anexo 6: Granulométrica en estado de 750°C de la parroquia Pomona



Anexo 7: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado natural de la parroquia Diez de Agosto

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> |  |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----|----------------|-------------|-------|-------|-------------------------|--------|----|-----------------------------|--------|-------|---------------------|--------|----|--------------------------|-------|-------|---------|--------|----|----------------------------------|--------|-------|---------------------------------------|-------|----|------------------------------------------|---------|-------|---------------------------------|--------------|--|
| <p><b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <b>Canton:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Parroquia:</b> Diez de Agosto                                                                                                                                               |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 50 gr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Tipo de muestra:</b> Natural                                                                                                                                                |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Identificación del recipiente</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">42</td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td style="text-align: center;">24.00</td> <td style="text-align: center;">°C</td> </tr> <tr> <td>Picnómetro + Agua (Wbw)</td> <td style="text-align: center;">663.50</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo + recipiente</td> <td style="text-align: center;">159.30</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td style="text-align: center;">110.90</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws)</td> <td style="text-align: center;">48.40</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Ws+ Wbw</td> <td style="text-align: center;">711.90</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Picnómetro + Agua + Suelo (Wbws)</td> <td style="text-align: center;">694.40</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento del agua (Ws+Wbw-Wbws)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">17.50</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0.99909</td> </tr> <tr> <td><b>Gravedad específica (Gs)</b></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>2.763</b></td> </tr> </table>                                   |                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Identificación del recipiente | 42 |                | Temperatura | 24.00 | °C    | Picnómetro + Agua (Wbw) | 663.50 | g  | Peso del suelo + recipiente | 159.30 | g     | Peso del recipiente | 110.90 | g  | Peso del suelo seco (Ws) | 48.40 | g     | Ws+ Wbw | 711.90 | g  | Picnómetro + Agua + Suelo (Wbws) | 694.40 | g     | Desplazamiento del agua (Ws+Wbw-Wbws) | 17.50 |    | Factor de corrección por temperatura (K) | 0.99909 |       | <b>Gravedad específica (Gs)</b> | <b>2.763</b> |  |
| Identificación del recipiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 42                                                                                                                                                                             |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Temperatura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 24.00                                                                                                                                                                          | °C                                                                                  |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Picnómetro + Agua (Wbw)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 663.50                                                                                                                                                                         | g                                                                                   |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Peso del suelo + recipiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 159.30                                                                                                                                                                         | g                                                                                   |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Peso del recipiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 110.90                                                                                                                                                                         | g                                                                                   |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Peso del suelo seco (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 48.40                                                                                                                                                                          | g                                                                                   |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Ws+ Wbw                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 711.90                                                                                                                                                                         | g                                                                                   |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Picnómetro + Agua + Suelo (Wbws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 694.40                                                                                                                                                                         | g                                                                                   |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Desplazamiento del agua (Ws+Wbw-Wbws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 17.50                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Factor de corrección por temperatura (K)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.99909                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <b>Gravedad específica (Gs)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>2.763</b>                                                                                                                                                                   |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Temperatura °C</th> <th style="text-align: center;">Masa (g)</th> </tr> <tr><td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">48.42</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">48.41</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">20</td><td style="text-align: center;">48.40</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">21</td><td style="text-align: center;">48.39</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">22</td><td style="text-align: center;">48.38</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">23</td><td style="text-align: center;">48.37</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">24</td><td style="text-align: center;">48.36</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">48.34</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">26</td><td style="text-align: center;">48.33</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">27</td><td style="text-align: center;">48.32</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">48.30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">48.29</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">48.28</td></tr> </table> |                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Calibración del Picnómetro    |    | Temperatura °C | Masa (g)    | 18    | 48.42 | 19                      | 48.41  | 20 | 48.40                       | 21     | 48.39 | 22                  | 48.38  | 23 | 48.37                    | 24    | 48.36 | 25      | 48.34  | 26 | 48.33                            | 27     | 48.32 | 28                                    | 48.30 | 29 | 48.29                                    | 30      | 48.28 |                                 |              |  |
| Calibración del Picnómetro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Temperatura °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Masa (g)                                                                                                                                                                       |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.42                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.41                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.40                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.39                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.38                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.37                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.36                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.34                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.33                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.32                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.30                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 29                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.29                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48.28                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <p><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                |                                                                                     |                               |    |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |

Anexo 8: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado de 750°C de la parroquia  
Diez de Agosto

|                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                     | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> |  |
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES. |                                                                                                                                                                                |                                                                                     |
| <b>Canton:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                | <b>Parroquia:</b> Diez de Agosto                                                    |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 50 gr                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                | <b>Tipo de muestra:</b> 750°C                                                       |

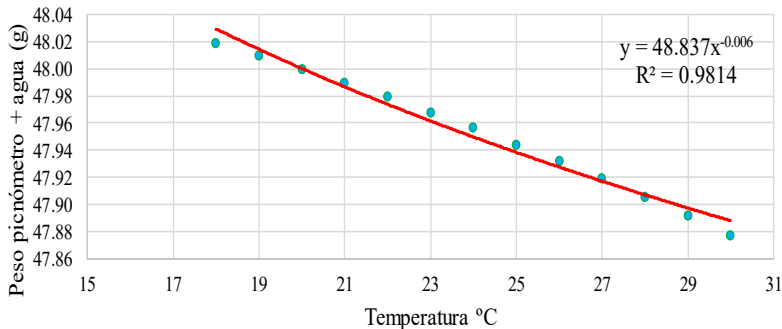
| Identificación del recipiente            | G1           |    |
|------------------------------------------|--------------|----|
| Temperatura                              | 21.00        | °C |
| Picnometro + Agua (Wbw)                  | 664.70       | g  |
| Peso del suelo + recipiente              | 159.30       | g  |
| Peso del recipiente                      | 111.30       | g  |
| Peso del suelo seco (Ws)                 | 48.00        | g  |
| Ws+ Wbw                                  | 712.70       | g  |
| Picnometro + Agua + Suelo (Wbws)         | 693.10       | g  |
| Desplazamiento del agua (Ws+Wbw-Wbws)    | 19.60        |    |
| Factor de corrección por temperatura (K) | 0.99979      |    |
| <b>Gravedad específica (Gs)</b>          | <b>2.448</b> |    |

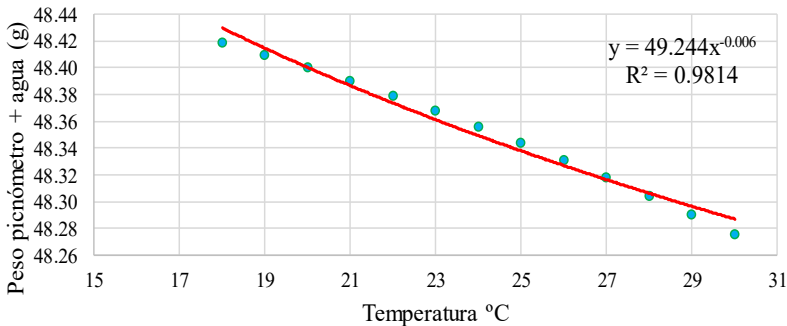
| Calibración del Picnómetro |          |
|----------------------------|----------|
| Temperatura °C             | Masa (g) |
| 18                         | 48.02    |
| 19                         | 48.01    |
| 20                         | 48.00    |
| 21                         | 47.99    |
| 22                         | 47.98    |
| 23                         | 47.97    |
| 24                         | 47.96    |
| 25                         | 47.94    |
| 26                         | 47.93    |
| 27                         | 47.92    |
| 28                         | 47.91    |
| 29                         | 47.89    |
| 30                         | 47.88    |

**CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO**



Anexo 9: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado natural de la parroquia Tarqui

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> |  |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|----------------|-------------|-------|-------|-------------------------|--------|----|-----------------------------|--------|-------|---------------------|--------|----|--------------------------|-------|-------|---------|--------|----|----------------------------------|--------|-------|---------------------------------------|-------|----|------------------------------------------|---------|-------|---------------------------------|--------------|--|
| <p><b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <b>Canton:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Parroquia:</b> Tarqui                                                                                                                                                       |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 50 gr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Tipo de muestra:</b> Natural                                                                                                                                                |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Identificación del recipiente</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">G2-3b</td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td style="text-align: center;">24.00</td> <td style="text-align: center;">°C</td> </tr> <tr> <td>Picnómetro + Agua (Wbw)</td> <td style="text-align: center;">662.90</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo + recipiente</td> <td style="text-align: center;">153.20</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td style="text-align: center;">104.80</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws)</td> <td style="text-align: center;">48.40</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Ws+ Wbw</td> <td style="text-align: center;">711.30</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Picnómetro + Agua + Suelo (Wbws)</td> <td style="text-align: center;">693.40</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento del agua (Ws+Wbw-Wbws)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">17.90</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0.99909</td> </tr> <tr> <td><b>Gravedad específica (Gs)</b></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>2.701</b></td> </tr> </table> |                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Identificación del recipiente | G2-3b |                | Temperatura | 24.00 | °C    | Picnómetro + Agua (Wbw) | 662.90 | g  | Peso del suelo + recipiente | 153.20 | g     | Peso del recipiente | 104.80 | g  | Peso del suelo seco (Ws) | 48.40 | g     | Ws+ Wbw | 711.30 | g  | Picnómetro + Agua + Suelo (Wbws) | 693.40 | g     | Desplazamiento del agua (Ws+Wbw-Wbws) | 17.90 |    | Factor de corrección por temperatura (K) | 0.99909 |       | <b>Gravedad específica (Gs)</b> | <b>2.701</b> |  |
| Identificación del recipiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | G2-3b                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Temperatura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 24.00                                                                                                                                                                          | °C                                                                                  |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Picnómetro + Agua (Wbw)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 662.90                                                                                                                                                                         | g                                                                                   |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Peso del suelo + recipiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 153.20                                                                                                                                                                         | g                                                                                   |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Peso del recipiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 104.80                                                                                                                                                                         | g                                                                                   |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Peso del suelo seco (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 48.40                                                                                                                                                                          | g                                                                                   |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Ws+ Wbw                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 711.30                                                                                                                                                                         | g                                                                                   |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Picnómetro + Agua + Suelo (Wbws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 693.40                                                                                                                                                                         | g                                                                                   |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Desplazamiento del agua (Ws+Wbw-Wbws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 17.90                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Factor de corrección por temperatura (K)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.99909                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <b>Gravedad específica (Gs)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>2.701</b>                                                                                                                                                                   |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th style="width: 50%;">Temperatura °C</th> <th style="width: 50%;">Masa (g)</th> </tr> <tr><td>18</td><td>48.42</td></tr> <tr><td>19</td><td>48.41</td></tr> <tr><td>20</td><td>48.40</td></tr> <tr><td>21</td><td>48.39</td></tr> <tr><td>22</td><td>48.38</td></tr> <tr><td>23</td><td>48.37</td></tr> <tr><td>24</td><td>48.36</td></tr> <tr><td>25</td><td>48.34</td></tr> <tr><td>26</td><td>48.33</td></tr> <tr><td>27</td><td>48.32</td></tr> <tr><td>28</td><td>48.30</td></tr> <tr><td>29</td><td>48.29</td></tr> <tr><td>30</td><td>48.28</td></tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Calibración del Picnómetro    |       | Temperatura °C | Masa (g)    | 18    | 48.42 | 19                      | 48.41  | 20 | 48.40                       | 21     | 48.39 | 22                  | 48.38  | 23 | 48.37                    | 24    | 48.36 | 25      | 48.34  | 26 | 48.33                            | 27     | 48.32 | 28                                    | 48.30 | 29 | 48.29                                    | 30      | 48.28 |                                 |              |  |
| Calibración del Picnómetro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| Temperatura °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Masa (g)                                                                                                                                                                       |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.42                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.41                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.40                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.39                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.38                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.37                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.36                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.34                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.33                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.32                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.30                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 29                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.29                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48.28                                                                                                                                                                          |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |
| <p><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                |                                                                                     |                               |       |                |             |       |       |                         |        |    |                             |        |       |                     |        |    |                          |       |       |         |        |    |                                  |        |       |                                       |       |    |                                          |         |       |                                 |              |  |

Anexo 10: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado de 750°C de la parroquia Tarqui

|                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                     | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> |  |
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES. |                                                                                                                                                                                |                                                                                     |
| <b>Canton:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                | <b>Parroquia:</b> Tarqui                                                            |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 50 gr                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                | <b>Tipo de muestra:</b> 750°C                                                       |

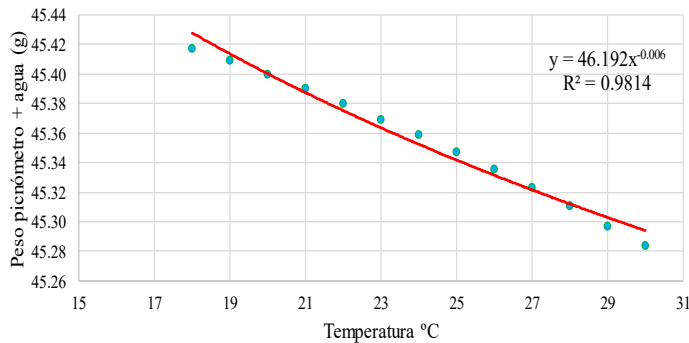
| Identificación del recipiente            | G2           |    |
|------------------------------------------|--------------|----|
| Temperatura                              | 22.00        | °C |
| Picnometro + Agua (Wbw)                  | 664.70       | g  |
| Peso del suelo + recipiente              | 157.10       | g  |
| Peso del recipiente                      | 111.70       | g  |
| Peso del suelo seco (Ws)                 | 45.40        | g  |
| Ws+ Wbw                                  | 710.10       | g  |
| Picnometro + Agua + Suelo (Wbws)         | 694.20       | g  |
| Desplazamiento del agua (Ws+Wbw-Wbws)    | 15.90        |    |
| Factor de corrección por temperatura (K) | 0.99957      |    |
| <b>Gravedad específica (Gs)</b>          | <b>2.854</b> |    |

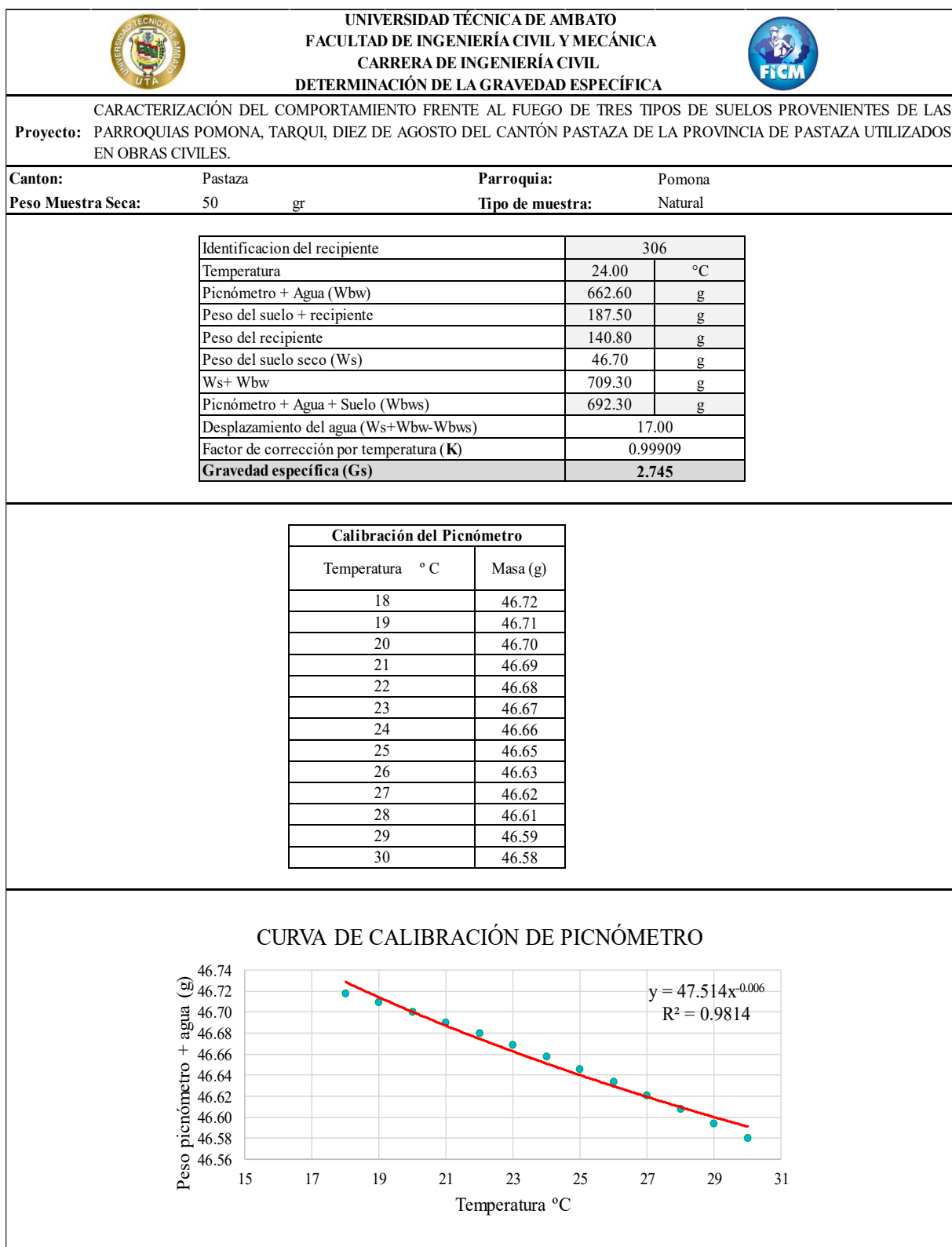
| Temperatura<br>°C | Masa (g) |
|-------------------|----------|
| 18                | 45.42    |
| 19                | 45.41    |
| 20                | 45.40    |
| 21                | 45.39    |
| 22                | 45.38    |
| 23                | 45.37    |
| 24                | 45.36    |
| 25                | 45.35    |
| 26                | 45.34    |
| 27                | 45.32    |
| 28                | 45.31    |
| 29                | 45.30    |
| 30                | 45.28    |

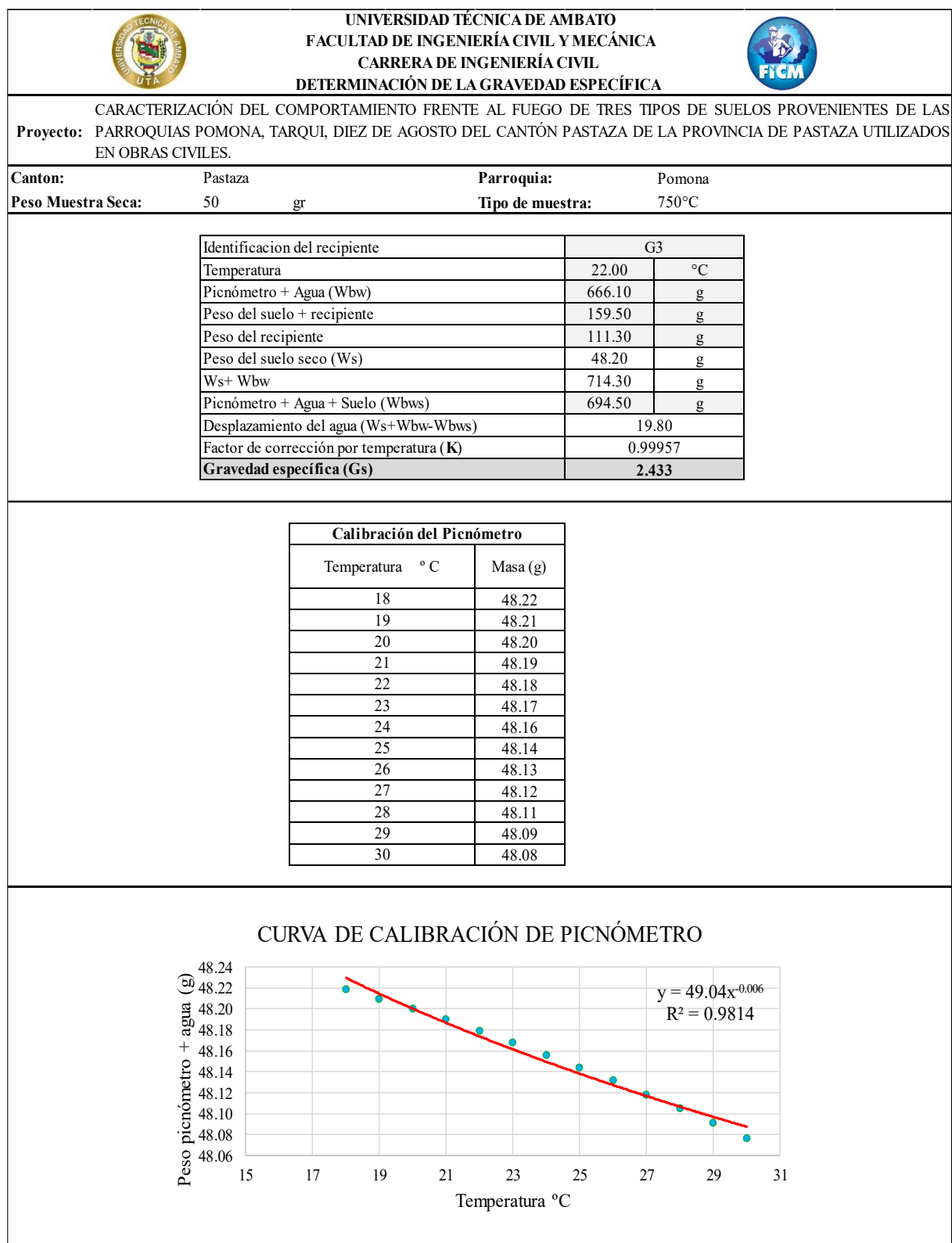
**CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO**



Anexo 11: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado natural de la parroquia Pomona



Anexo 12: Gravedad específica del suelo y corrección por temperatura en estado de 750°C de la parroquia Pomona



## Anexo 13: Límite líquido y plástico en estado natural de la parroquia Diez de Agosto

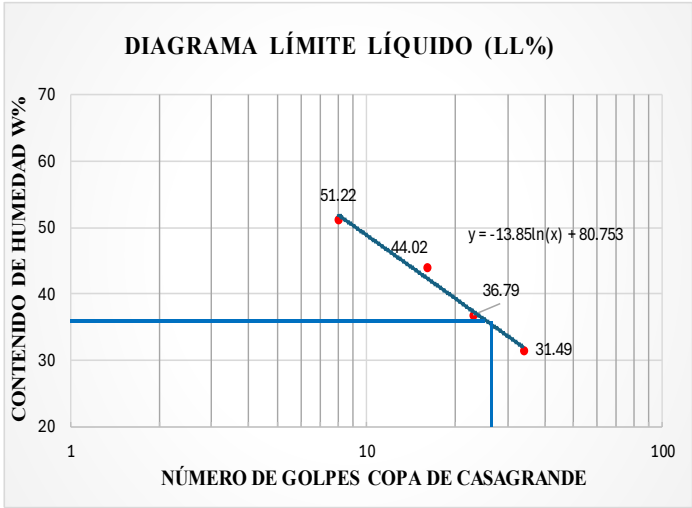
|                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                            |                                                                                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                                                                                                                                                        | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE ATTERBERG</b> |  |                |
| CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS<br><b>Proyecto:</b> PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES. |                                                                                                                                                            |                                                                                     |                |
| <b>Canton:</b>                                                                                                                                                                                                                          | Pastaza                                                                                                                                                    | <b>Parroquia:</b>                                                                   | Diez de Agosto |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                               | 1000 gr                                                                                                                                                    | <b>Tipo de muestra:</b>                                                             | Natural        |

| LÍMITE LÍQUIDO                       |              |       |       |       |       |       |       |       |          |
|--------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Número de Golpes                     | 8            |       | 16    |       | 23    |       | 34    |       |          |
| Identificación de Cápsula            | 12           | 1     | 4     | 80    | 81    | 82    | 85    | 7     |          |
| Peso de Cápsula                      | 4.4          | 4.2   | 4.3   | 4.3   | 4.4   | 4.2   | 7.6   | 4.3   | gr       |
| Peso de muestra húmeda + cápsula     | 20.30        | 20.80 | 18.90 | 18.50 | 20.20 | 19.30 | 26.30 | 19.90 | gr       |
| Peso de muestra seca + cápsula       | 14.80        | 15.30 | 14.50 | 14.10 | 16.10 | 15.10 | 21.90 | 16.10 | gr       |
| Peso del agua                        | 5.50         | 5.50  | 4.40  | 4.40  | 4.10  | 4.20  | 4.40  | 3.80  | gr       |
| Peso de la muestra seca              | 10.40        | 11.10 | 10.20 | 9.80  | 11.70 | 10.90 | 14.30 | 11.80 | gr       |
| Contenido de humedad (ω)             | 52.88        | 49.55 | 43.14 | 44.90 | 35.04 | 38.53 | 30.77 | 32.20 | %        |
| Promedio de contenido de humedad (ω) | 51.22        |       | 44.02 |       | 36.79 |       | 31.49 |       | %        |
| <b>Límite Líquido (LL)</b>           | <b>36.17</b> |       |       |       |       |       |       |       | <b>%</b> |

**DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)**



| LÍMITE PLÁSTICO                          |              |       |       |       |       |        |          |
|------------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| Identificación del recipiente            | 41.00        | 35.00 | 60.00 | 66.00 | 29.00 | 791.00 |          |
| Peso muestra húmeda + recipiente         | 9.00         | 8.20  | 8.40  | 8.70  | 8.80  | 8.00   | g        |
| Peso muestra seca + recipiente           | 8.40         | 7.70  | 7.90  | 8.10  | 8.20  | 7.60   | g        |
| Peso del agua                            | 0.60         | 0.50  | 0.50  | 0.60  | 0.60  | 0.40   | g        |
| Peso del recipiente                      | 6.20         | 6.20  | 6.00  | 6.00  | 6.10  | 5.90   | g        |
| Peso de la muestra seca                  | 2.20         | 1.50  | 1.90  | 2.10  | 2.10  | 1.70   | g        |
| Contenido de humedad (ω)                 | 27.27        | 33.33 | 26.32 | 28.39 | 28.57 | 23.53  | %        |
| <b>Promedio contenido de humedad (ω)</b> | <b>27.90</b> |       |       |       |       |        | <b>%</b> |

| RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG |              |          |  |
|------------------------------------|--------------|----------|--|
| <b>Límite Líquido (LL)</b>         | <b>36.17</b> | <b>%</b> |  |
| <b>Límite Plástico (Lp)</b>        | <b>27.90</b> | <b>%</b> |  |
| <b>Índice Plástico (IP)</b>        | <b>8.27</b>  | <b>%</b> |  |

Anexo 14: Límite líquido y plástico en estado de 750°C de la parroquia Diez de Agosto

|                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                           | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE ATTERBERG</b> |  |
| <p>CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.</p> |                                                                                                                                                            |                                                                                     |
| <b>Canton:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                            | <b>Parroquia:</b> Diez de Agosto                                                    |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 gr                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                            | <b>Tipo de muestra:</b> 750°C                                                       |

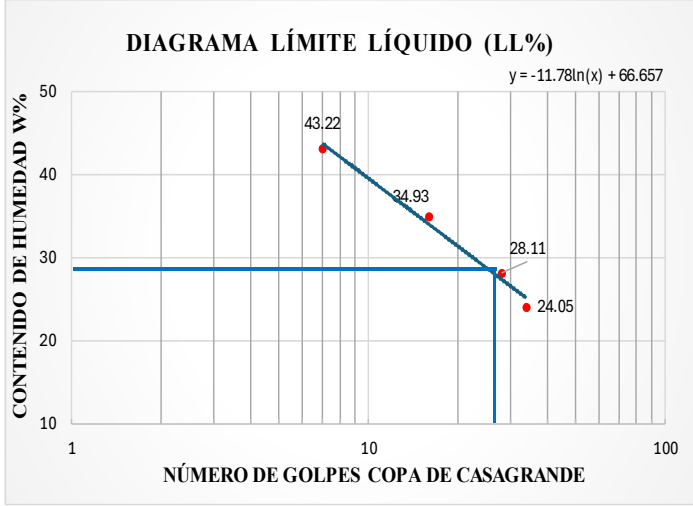
  

| LÍMITE LÍQUIDO                       |              |       |       |       |       |       |       |       |          |
|--------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Número de Golpes                     | 7            |       | 16    |       | 28    |       | 34    |       |          |
| Identificación de Cápsula            | L1-A         | L2-A  | L3-A  | L4-A  | L5-A  | L6-A  | L7-A  | L8-A  |          |
| Peso de Cápsula                      | 4.1          | 4.1   | 4.1   | 4.1   | 4.1   | 4.1   | 4.1   | 4.1   | gr       |
| Peso de muestra húmeda + cápsula     | 22.60        | 22.40 | 21.30 | 20.90 | 21.60 | 21.70 | 24.10 | 21.30 | gr       |
| Peso de muestra seca + cápsula       | 16.80        | 17.10 | 16.90 | 16.50 | 17.70 | 17.90 | 20.30 | 17.90 | gr       |
| Peso del agua                        | 5.80         | 5.30  | 4.40  | 4.40  | 3.90  | 3.80  | 3.80  | 3.40  | gr       |
| Peso de la muestra seca              | 12.70        | 13.00 | 12.80 | 12.40 | 13.60 | 13.80 | 16.20 | 13.80 | gr       |
| Contenido de humedad (ω)             | 45.67        | 40.77 | 34.38 | 35.48 | 28.68 | 27.54 | 23.46 | 24.64 | %        |
| Promedio de contenido de humedad (ω) | 43.22        |       | 34.93 |       | 28.11 |       | 24.05 |       | %        |
| <b>Límite Líquido (LL)</b>           | <b>28.74</b> |       |       |       |       |       |       |       | <b>%</b> |

**DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)**

$y = -11.78 \ln(x) + 66.657$



CONTENIDO DE HUMEDAD W%

NÚMERO DE GOLPES COPA DE CASAGRANDE

| LÍMITE PLÁSTICO                          |              |       |       |       |       |       |          |
|------------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Identificación del recipiente            | P1-P         | P2-P  | P3-P  | P4-P  | P5-P  | P6-P  |          |
| Peso muestra húmeda + recipiente         | 8.70         | 8.50  | 8.60  | 8.70  | 8.60  | 8.50  | g        |
| Peso muestra seca + recipiente           | 7.80         | 7.70  | 7.80  | 7.90  | 7.80  | 7.60  | g        |
| Peso del agua                            | 0.90         | 0.80  | 0.80  | 0.80  | 0.80  | 0.90  | g        |
| Peso del recipiente                      | 4.10         | 4.10  | 4.10  | 4.10  | 4.10  | 4.10  | g        |
| Peso de la muestra seca                  | 3.70         | 3.60  | 3.70  | 3.80  | 3.70  | 3.50  | g        |
| Contenido de humedad (ω)                 | 24.32        | 22.22 | 21.62 | 21.05 | 21.62 | 25.71 | %        |
| <b>Promedio contenido de humedad (ω)</b> | <b>22.76</b> |       |       |       |       |       | <b>%</b> |

| RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG |              |  |          |
|------------------------------------|--------------|--|----------|
| <b>Límite Líquido (LL)</b>         | <b>28.74</b> |  | <b>%</b> |
| <b>Límite Plástico (Lp)</b>        | <b>22.76</b> |  | <b>%</b> |
| <b>Índice Plástico (IP)</b>        | <b>5.98</b>  |  | <b>%</b> |

## Anexo 15: Límite líquido y plástico en estado natural de la parroquia Tarqui

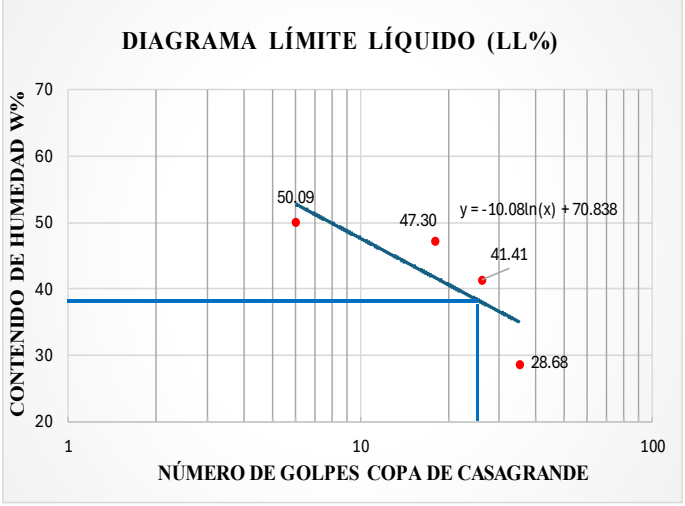
|                                                                                                                                                                                                                                              |         |                                                                                     |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE ATTERBERG</b> |         |  |         |
| <b>Proyecto:</b> PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                        |         |                                                                                     |         |
| <b>Cantón:</b>                                                                                                                                                                                                                               | Pastaza | <b>Parroquia:</b>                                                                   | Tarqui  |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                    | 1000 gr | <b>Tipo de muestra:</b>                                                             | Natural |

| LÍMITE LÍQUIDO                       |              |       |       |       |       |       |       |       |          |
|--------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Número de Golpes                     | 6            |       | 18    |       | 26    |       | 35    |       |          |
| Identificación de Cápsula            | 12           | 10A   | 5     | 97    | 8     | 16    | 22    | Chl   |          |
| Peso de Cápsula                      | 7.5          | 7.4   | 7.4   | 7.6   | 7.4   | 7.5   | 7.4   | 4.2   | gr       |
| Peso de muestra húmeda + cápsula     | 32.10        | 34.10 | 23.00 | 20.10 | 19.30 | 17.40 | 22.60 | 21.70 | gr       |
| Peso de muestra seca + cápsula       | 23.70        | 25.40 | 18.10 | 16.00 | 15.70 | 14.60 | 19.30 | 17.70 | gr       |
| Peso del agua                        | 8.40         | 8.70  | 4.90  | 4.10  | 3.60  | 2.80  | 3.30  | 4.00  | gr       |
| Peso de la muestra seca              | 16.20        | 18.00 | 10.70 | 8.40  | 8.30  | 7.10  | 11.90 | 13.50 | gr       |
| Contenido de humedad (ω)             | 51.85        | 48.33 | 45.79 | 48.81 | 43.37 | 39.44 | 27.73 | 29.63 | %        |
| Promedio de contenido de humedad (ω) | 50.09        |       | 47.30 |       | 41.41 |       | 28.68 |       | %        |
| <b>Límite Líquido (LL)</b>           | <b>38.39</b> |       |       |       |       |       |       |       | <b>%</b> |

**DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)**



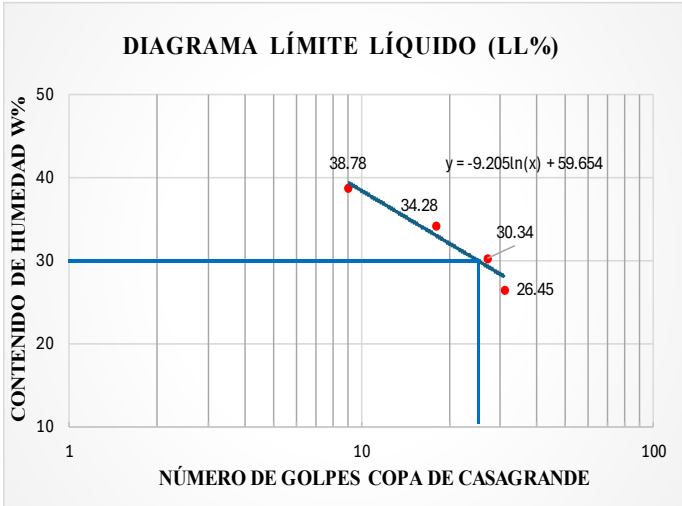
  

| LÍMITE PLÁSTICO                          |              |       |       |       |       |       |          |
|------------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Identificación del recipiente            | 18           | 57    | 62    | 19    | 65    | 87    |          |
| Peso muestra húmeda + recipiente         | 10.40        | 10.90 | 10.10 | 9.30  | 10.30 | 9.40  | g        |
| Peso muestra seca + recipiente           | 9.40         | 9.80  | 9.20  | 8.50  | 9.40  | 8.70  | g        |
| Peso del agua                            | 1.00         | 1.10  | 0.90  | 0.80  | 0.90  | 0.70  | g        |
| Peso del recipiente                      | 6.10         | 6.10  | 6.20  | 6.00  | 6.10  | 6.20  | g        |
| Peso de la muestra seca                  | 3.30         | 3.70  | 3.00  | 2.50  | 3.30  | 2.50  | g        |
| Contenido de humedad (ω)                 | 30.30        | 29.73 | 30.00 | 32.00 | 27.27 | 28.00 | %        |
| <b>Promedio contenido de humedad (ω)</b> | <b>29.55</b> |       |       |       |       |       | <b>%</b> |

| RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG |              |          |  |
|------------------------------------|--------------|----------|--|
| <b>Límite Líquido (LL)</b>         | <b>38.39</b> | <b>%</b> |  |
| <b>Límite Plástico (Lp)</b>        | <b>29.55</b> | <b>%</b> |  |
| <b>Índice Plástico (IP)</b>        | <b>8.84</b>  | <b>%</b> |  |

## Anexo 16: Límite líquido y plástico en estado de 750°C de la parroquia Tarqui

|                                                                                                                                |         |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----|
|                                               |         | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO |        |  |       |       |       |       |    |
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA                                                                                        |         |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       |    |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL                                                                                                    |         |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       |    |
| ENSAYO DE ATTERBERG                                                                                                            |         |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       |    |
| CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS                                 |         |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       |    |
| Proyecto: PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES. |         |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       |    |
| Cantón:                                                                                                                        | Pastaza | Parroquia:                    | Tarqui |                                                                                     |       |       |       |       |    |
| Peso Muestra Seca:                                                                                                             | 1000 gr | Tipo de muestra:              | 750°C  |                                                                                     |       |       |       |       |    |
| LÍMITE LÍQUIDO                                                                                                                 |         |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       |    |
| Número de Golpes                                                                                                               | 9       |                               | 18     |                                                                                     | 27    | 31    |       |       |    |
| Identificación de Cápsula                                                                                                      | L1-T    | L2-T                          | L3-T   | L4-T                                                                                | L5-T  | L6-T  | L7-T  | L8-T  |    |
| Peso de Cápsula                                                                                                                | 4.1     | 4.1                           | 4.1    | 4.1                                                                                 | 4.1   | 4.1   | 4.1   | 4.1   | gr |
| Peso de muestra húmeda + cápsula                                                                                               | 24.60   | 24.40                         | 23.30  | 22.90                                                                               | 23.60 | 23.70 | 25.10 | 23.30 | gr |
| Peso de muestra seca + cápsula                                                                                                 | 18.80   | 18.80                         | 18.40  | 18.10                                                                               | 19.00 | 19.20 | 20.80 | 19.20 | gr |
| Peso del agua                                                                                                                  | 5.80    | 5.60                          | 4.90   | 4.80                                                                                | 4.60  | 4.50  | 4.30  | 4.10  | gr |
| Peso de la muestra seca                                                                                                        | 14.70   | 14.70                         | 14.30  | 14.00                                                                               | 14.90 | 15.10 | 16.70 | 15.10 | gr |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                       | 39.46   | 38.10                         | 34.27  | 34.29                                                                               | 30.87 | 29.80 | 25.75 | 27.15 | %  |
| Promedio de contenido de humedad (ω)                                                                                           | 38.78   |                               | 34.28  |                                                                                     | 30.34 |       | 26.45 |       | %  |
| Límite Líquido (LL)                                                                                                            | 30.02   |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       | %  |
| DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)                                                                                                  |         |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       |    |
|                                             |         |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       |    |
| LÍMITE PLÁSTICO                                                                                                                |         |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       |    |
| Identificación del recipiente                                                                                                  | P1-T    | P2-T                          | P3-T   | P4-T                                                                                | P5-T  | P6-T  |       |       |    |
| Peso muestra húmeda + recipiente                                                                                               | 9.90    | 10.50                         | 10.60  | 9.80                                                                                | 10.70 | 10.10 | g     |       |    |
| Peso muestra seca + recipiente                                                                                                 | 8.90    | 9.50                          | 9.60   | 8.90                                                                                | 9.60  | 9.20  | g     |       |    |
| Peso del agua                                                                                                                  | 1.00    | 1.00                          | 1.00   | 0.90                                                                                | 1.10  | 0.90  | g     |       |    |
| Peso del recipiente                                                                                                            | 4.10    | 4.10                          | 4.10   | 4.10                                                                                | 4.10  | 4.10  | g     |       |    |
| Peso de la muestra seca                                                                                                        | 4.80    | 5.40                          | 5.50   | 4.80                                                                                | 5.50  | 5.10  | g     |       |    |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                       | 20.83   | 18.52                         | 18.18  | 18.75                                                                               | 20.00 | 17.65 | %     |       |    |
| Promedio contenido de humedad (ω)                                                                                              | 18.99   |                               |        |                                                                                     |       |       | %     |       |    |
| RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG                                                                                             |         |                               |        |                                                                                     |       |       |       |       |    |
| Límite Líquido (LL)                                                                                                            | 30.02   |                               |        |                                                                                     |       |       | %     |       |    |
| Límite Plástico (Lp)                                                                                                           | 18.99   |                               |        |                                                                                     |       |       | %     |       |    |
| Índice Plástico (IP)                                                                                                           | 11.04   |                               |        |                                                                                     |       |       | %     |       |    |

## Anexo 17: Límite líquido y plástico en estado natural de la parroquia Pomona

|                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                            |                                                                                     |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                                                                                                                                        | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE ATTERBERG</b> |  |         |
| CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS<br><b>Proyecto:</b> PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES. |                                                                                                                                                            |                                                                                     |         |
| <b>Cantón:</b>                                                                                                                                                                                                                          | Pastaza                                                                                                                                                    | <b>Parroquia:</b>                                                                   | Pomona  |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                               | 1000 gr                                                                                                                                                    | <b>Tipo de muestra:</b>                                                             | Natural |

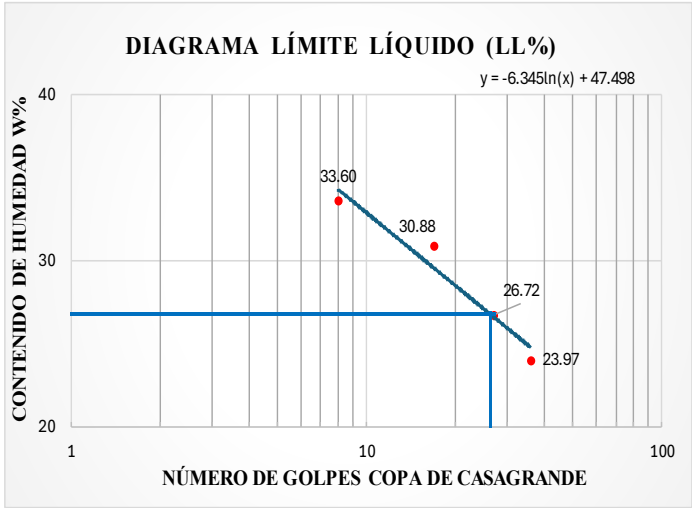
  

| LÍMITE LÍQUIDO                       |              |       |       |       |       |       |       |       |          |
|--------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Número de Golpes                     | 8            |       | 17    |       | 27    |       | 36    |       |          |
| Identificación de Cápsula            | 1            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |          |
| Peso de Cápsula                      | 4.1          | 4.3   | 4.3   | 4.1   | 4.1   | 4.1   | 4.2   | 4.2   | gr       |
| Peso de muestra húmeda + cápsula     | 13.70        | 12.60 | 18.70 | 18.10 | 14.90 | 15.60 | 14.70 | 14.90 | gr       |
| Peso de muestra seca + cápsula       | 11.30        | 10.50 | 15.30 | 14.80 | 12.60 | 13.20 | 12.70 | 12.80 | gr       |
| Peso del agua                        | 2.40         | 2.10  | 3.40  | 3.30  | 2.30  | 2.40  | 2.00  | 2.10  | gr       |
| Peso de la muestra seca              | 7.20         | 6.20  | 11.00 | 10.70 | 8.50  | 9.10  | 8.50  | 8.60  | gr       |
| Contenido de humedad (ω)             | 33.33        | 33.87 | 30.91 | 30.84 | 27.06 | 26.37 | 23.53 | 24.42 | %        |
| Promedio de contenido de humedad (ω) | 33.60        |       | 30.88 |       | 26.72 |       | 23.97 |       | %        |
| <b>Límite Líquido (LL)</b>           | <b>27.07</b> |       |       |       |       |       |       |       | <b>%</b> |

**DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)**

$y = -6.345 \ln(x) + 47.498$



CONTENIDO DE HUMEDAD W%

NÚMERO DE GOLPES COPA DE CASAGRANDE

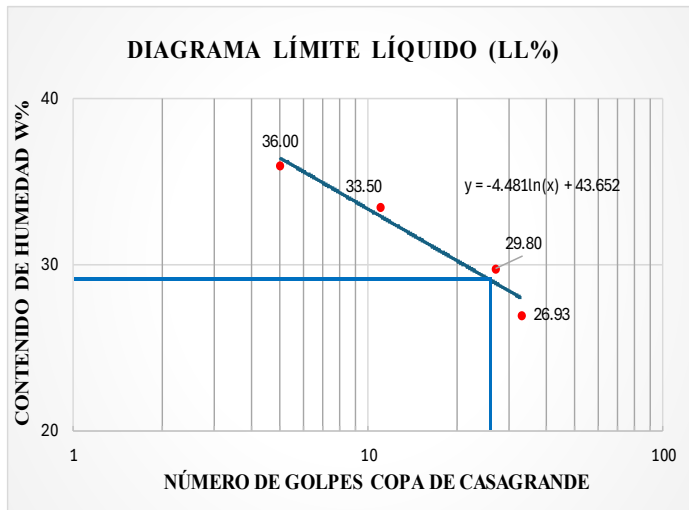
  

| LÍMITE PLÁSTICO                          |              |       |       |       |       |       |          |
|------------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Identificación del recipiente            | 9            | 10    | 11    | 12    | 13    | 13    |          |
| Peso muestra húmeda + recipiente         | 7.80         | 7.90  | 7.60  | 7.70  | 7.40  | 7.60  | g        |
| Peso muestra seca + recipiente           | 7.10         | 7.20  | 7.00  | 7.10  | 6.80  | 6.90  | g        |
| Peso del agua                            | 0.70         | 0.70  | 0.60  | 0.60  | 0.60  | 0.70  | g        |
| Peso del recipiente                      | 4.10         | 4.10  | 4.10  | 4.10  | 4.10  | 4.10  | g        |
| Peso de la muestra seca                  | 3.00         | 3.10  | 2.90  | 3.00  | 2.70  | 2.80  | g        |
| Contenido de humedad (ω)                 | 23.33        | 22.58 | 20.69 | 20.00 | 22.22 | 25.00 | %        |
| <b>Promedio contenido de humedad (ω)</b> | <b>22.30</b> |       |       |       |       |       | <b>%</b> |

| RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG |              |          |  |
|------------------------------------|--------------|----------|--|
| <b>Límite Líquido (LL)</b>         | <b>27.07</b> | <b>%</b> |  |
| <b>Límite Plástico (Lp)</b>        | <b>22.30</b> | <b>%</b> |  |
| <b>Índice Plástico (IP)</b>        | <b>4.77</b>  | <b>%</b> |  |

Anexo 18: Límite líquido y plástico en estado de 750°C de la parroquia Pomona

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                                                                            |        |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|----------|-------|----------|----------------------------|--------------|----------|-----------------------------|--------------|----------|-----------------------------|-------------|----------|
|                                                                                                                                                                                       |              | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE ATTERBERG</b> |        |  |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS                                                                                                                                                                         |              |                                                                                                                                                            |        |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| <b>Proyecto:</b> PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                                                  |              |                                                                                                                                                            |        |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| <b>Cantón:</b>                                                                                                                                                                                                                                                         | Pastaza      | <b>Parroquia:</b>                                                                                                                                          | Pomona |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                              | 1000 gr      | <b>Tipo de muestra:</b>                                                                                                                                    | 750°C  |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                                                                                                                                                            |        |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Número de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                       | 5            |                                                                                                                                                            | 11     |                                                                                     | 27    |       | 33       |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Identificación de Cápsula                                                                                                                                                                                                                                              | L1-P         | L2-P                                                                                                                                                       | L3-P   | L4-P                                                                                | L5-P  | L6-P  | L7-P     | L8-P  |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Peso de Cápsula                                                                                                                                                                                                                                                        | 4.1          | 4.1                                                                                                                                                        | 4.1    | 4.1                                                                                 | 4.1   | 4.1   | 4.1      | 4.1   | gr       |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Peso de muestra húmeda + cápsula                                                                                                                                                                                                                                       | 16.20        | 15.80                                                                                                                                                      | 17.60  | 16.90                                                                               | 16.80 | 17.10 | 17.20    | 17.40 | gr       |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Peso de muestra seca + cápsula                                                                                                                                                                                                                                         | 13.00        | 12.70                                                                                                                                                      | 14.20  | 13.70                                                                               | 13.90 | 14.10 | 14.40    | 14.60 | gr       |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Peso del agua                                                                                                                                                                                                                                                          | 3.20         | 3.10                                                                                                                                                       | 3.40   | 3.20                                                                                | 2.90  | 3.00  | 2.80     | 2.80  | gr       |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Peso de la muestra seca                                                                                                                                                                                                                                                | 8.90         | 8.60                                                                                                                                                       | 10.10  | 9.60                                                                                | 9.80  | 10.00 | 10.30    | 10.50 | gr       |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                               | 35.96        | 36.05                                                                                                                                                      | 33.66  | 33.33                                                                               | 29.59 | 30.00 | 27.18    | 26.67 | %        |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Promedio de contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                   | 36.00        |                                                                                                                                                            | 33.50  |                                                                                     | 29.80 |       | 26.93    |       | %        |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| <b>Límite Líquido (LL)</b>                                                                                                                                                                                                                                             | <b>29.23</b> |                                                                                                                                                            |        |                                                                                     |       |       |          |       | <b>%</b> |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
|                                                                                                                                                                                     |              |                                                                                                                                                            |        |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                                                                                                                                                            |        |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Identificación del recipiente                                                                                                                                                                                                                                          | P1-P         | P2-P                                                                                                                                                       | P3-P   | P4-P                                                                                | P5-P  | P6-P  |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Peso muestra húmeda + recipiente                                                                                                                                                                                                                                       | 8.40         | 7.90                                                                                                                                                       | 8.00   | 8.10                                                                                | 8.00  | 8.20  | g        |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Peso muestra seca + recipiente                                                                                                                                                                                                                                         | 7.70         | 7.30                                                                                                                                                       | 7.30   | 7.40                                                                                | 7.40  | 7.50  | g        |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Peso del agua                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.70         | 0.60                                                                                                                                                       | 0.70   | 0.70                                                                                | 0.60  | 0.70  | g        |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Peso del recipiente                                                                                                                                                                                                                                                    | 4.10         | 4.20                                                                                                                                                       | 4.10   | 4.10                                                                                | 4.10  | 4.20  | g        |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Peso de la muestra seca                                                                                                                                                                                                                                                | 3.60         | 3.10                                                                                                                                                       | 3.20   | 3.30                                                                                | 3.30  | 3.30  | g        |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                               | 19.44        | 19.35                                                                                                                                                      | 21.88  | 21.21                                                                               | 18.18 | 21.21 | %        |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| <b>Promedio contenido de humedad (ω)</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>20.21</b> |                                                                                                                                                            |        |                                                                                     |       |       | <b>%</b> |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| <b>RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG</b>                                                                                                                                                                                                                              |              |                                                                                                                                                            |        |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| <table><tr><td><b>Límite Líquido (LL)</b></td><td><b>29.23</b></td><td><b>%</b></td></tr><tr><td><b>Límite Plástico (Lp)</b></td><td><b>20.21</b></td><td><b>%</b></td></tr><tr><td><b>Índice Plástico (IP)</b></td><td><b>9.01</b></td><td><b>%</b></td></tr></table> |              |                                                                                                                                                            |        |                                                                                     |       |       |          |       |          | <b>Límite Líquido (LL)</b> | <b>29.23</b> | <b>%</b> | <b>Límite Plástico (Lp)</b> | <b>20.21</b> | <b>%</b> | <b>Índice Plástico (IP)</b> | <b>9.01</b> | <b>%</b> |
| <b>Límite Líquido (LL)</b>                                                                                                                                                                                                                                             | <b>29.23</b> | <b>%</b>                                                                                                                                                   |        |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| <b>Límite Plástico (Lp)</b>                                                                                                                                                                                                                                            | <b>20.21</b> | <b>%</b>                                                                                                                                                   |        |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |
| <b>Índice Plástico (IP)</b>                                                                                                                                                                                                                                            | <b>9.01</b>  | <b>%</b>                                                                                                                                                   |        |                                                                                     |       |       |          |       |          |                            |              |          |                             |              |          |                             |             |          |

## Anexo 19: Permeabilidad en estado natural de la parroquia Diez de Agosto

|                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                        | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE PERMEABILIDAD</b> |  |
| CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS<br><b>Proyecto:</b> PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES. |                                                                                                                                                                |                                                                                     |
| <b>Canton:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                                  | <b>Parroquia:</b> Diez de Agosto                                                                                                                               |                                                                                     |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 gr                                                                                                                                                                                                       | <b>Tipo de mues</b> Natural                                                                                                                                    |                                                                                     |

**Permeámetro de Carga Constante**

|                                               |               |             |
|-----------------------------------------------|---------------|-------------|
| <b>V= Volumen del Agua</b>                    | <b>cm3</b>    | <b>5</b>    |
| <b>L= Longitud de la muestra</b>              | <b>cm3</b>    | <b>6.2</b>  |
| <b>A= Área transversal de la muestra</b>      | <b>cm2</b>    | 30.58       |
| <b>D= Diámetro interior del permeámetro</b>   | <b>cm</b>     | <b>6.24</b> |
| <b>t= Tiempo Prueba</b>                       | <b>s</b>      | <b>576</b>  |
| <b>h= Altura en que se produce filtración</b> | <b>cm</b>     | <b>83</b>   |
| <b>k= Coeficiente de permeabilidad</b>        | <b>cm/seg</b> | 2.12E-05    |

$$k = \frac{(VL)}{(Aht)}$$

**Tipo de Permeabilidad:** Muy baja Permeabilidad  
**Tipo de Suelo:** Arcilla

**Corrección de temperatura**

Temperatura de trabajo (°C)      22

|    |           |
|----|-----------|
| 20 | 1.007E-06 |
| 25 | 8.970E-07 |

$$k(20\ C) = \frac{(nt)(kt)}{n(20\ C)}$$

|   |           |
|---|-----------|
| 5 | 1.100E-07 |
| 3 | x         |

**x=    6.600E-08**

|                                                                      |                                |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Temperatura (Celsius)</b>                                         | <b>22</b>                      |
| <b>k(20 C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado</b>           | <b>cm/seg</b> <b>1.981E-05</b> |
| <b>nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo</b>         | <b>m2/seg</b> 9.410E-07        |
| <b>n(20 C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada</b> | <b>m2/seg</b> 1.007E-06        |
| <b>kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo</b>     | <b>cm/seg</b> 2.120E-05        |

**Tipo de Permeabilidad:** Muy baja Permeabilidad  
**Tipo de Suelo:** Arcilla

## Anexo 20: Permeabilidad en estado de 750°C de la parroquia Diez de Agosto

|                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                            | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE PERMEABILIDAD</b> |  |
| <p><b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.</p> |                                                                                                                                                                |                                                                                     |
| <b>Canton:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                                      | <b>Parroquia:</b> Diez de Agosto                                                                                                                               |                                                                                     |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 gr                                                                                                                                                                                                           | <b>Tipo de muestra:</b> 750°C                                                                                                                                  |                                                                                     |

**Permeámetro de Carga Constante**

|                                        |        |          |
|----------------------------------------|--------|----------|
| V= Volumen del Agua                    | cm3    | 5        |
| L= Longitud de la muestra              | cm3    | 6.4      |
| A= Área transversal de la muestra      | cm2    | 30.58    |
| D= Diámetro interior del permeámetro   | cm     | 6.24     |
| t= Tiempo Prueba                       | s      | 748      |
| h= Altura en que se produce filtración | cm     | 83       |
| k= Coeficiente de permeabilidad        | cm/seg | 1.69E-05 |

$$k = \frac{(VL)}{(Aht)}$$

**Tipo de Permeabilidad:** Muy baja Permeabilidad  
**Tipo de Suelo:** Arcilla

**Corrección de temperatura**

|                             |    |    |           |
|-----------------------------|----|----|-----------|
| Temperatura de trabajo (°C) | 22 | 20 | 1.007E-06 |
|                             |    | 25 | 8.970E-07 |

$$k(20\ C) = \frac{(nt)(kt)}{n(20\ C)}$$

|   |           |
|---|-----------|
| 5 | 1.100E-07 |
| 3 | x         |

x= 6.600E-08

|                                                                      |                                   |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Temperatura (Celsius)</b>                                         | <b>22</b>                         |
| <b>k(20 C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado</b>           | <b>cm/seg</b><br><b>1.575E-05</b> |
| <b>nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo</b>         | <b>m2/seg</b><br><b>9.410E-07</b> |
| <b>n(20 C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada</b> | <b>m2/seg</b><br><b>1.007E-06</b> |
| <b>kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo</b>     | <b>cm/seg</b><br><b>1.685E-05</b> |

**Tipo de Permeabilidad:** Muy baja Permeabilidad  
**Tipo de Suelo:** Arcilla

## Anexo 21: Permeabilidad en estado natural de la parroquia Tarqui

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                               | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE PERMEABILIDAD</b> |  |
| <p style="text-align: center;">CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES</p> <p><b>Proyecto:</b> DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.</p> |                                                                                                                                                                |                                                                                     |
| <b>Canton:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Parroquia:</b> Tarqui                                                                                                                                       |                                                                                     |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 gr                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Tipo de muestra:</b> Natural                                                                                                                                |                                                                                     |

**Permeámetro de Carga Constante**

$$k = \frac{(VL)}{(Aht)}$$

|                                        |        |          |
|----------------------------------------|--------|----------|
| V= Volumen del Agua                    | cm3    | 5        |
| L= Longitud de la muestra              | cm3    | 6.1      |
| A= Área transversal de la muestra      | cm2    | 30.58    |
| D= Diámetro interior del permeámetro   | cm     | 6.24     |
| t= Tiempo Prueba                       | s      | 324      |
| h= Altura en que se produce filtración | cm     | 89       |
| k= Coeficiente de permeabilidad        | cm/seg | 3.46E-05 |

**Tipo de Permeabilidad:** Muy baja Permeabilidad

**Tipo de Suelo:** Arcilla

**Corrección de temperatura**

Temperatura de trabajo (°C)      22

|    |           |
|----|-----------|
| 20 | 1.007E-06 |
| 25 | 8.970E-07 |

$$k(20\text{ }^{\circ}\text{C}) = \frac{(nt)(kt)}{n(20\text{ }^{\circ}\text{C})}$$

|   |           |
|---|-----------|
| 5 | 1.100E-07 |
| 3 | x         |

**x= 6.600E-08**

| Temperatura (Celsius)                                          |        | 22        |
|----------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| k(20 °C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado           | cm/seg | 3.232E-05 |
| nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo          | m2/seg | 9.410E-07 |
| n(20 °C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada | m2/seg | 1.007E-06 |
| kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo      | cm/seg | 3.459E-05 |

**Tipo de Permeabilidad:** Muy baja Permeabilidad

**Tipo de Suelo:** Arcilla

## Anexo 22: Permeabilidad en estado de 750°C de la parroquia Tarqui

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE PERMEABILIDAD</b> |  |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----|---|---------------------------|-----|-----|-----------------------------------|-----|-------|--------------------------------------|----|------|------------------|---|-----|----------------------------------------|----|----|---------------------------------|--------|-----------|----|-----------|----|-----------|---|-----------|---|---|-----------------------|--|----|-----------------------------------------------------|--------|-----------|-------------------------------------------------------|--------|-----------|---------------------------------------------------------------|--------|-----------|-----------------------------------------------------------|--------|-----------|
| <p><b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| <b>Canton:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                | <b>Parroquia:</b> Tarqui                                                            |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 gr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                | <b>Tipo de muestra:</b> 750°C                                                       |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| <p><b>Permeámetro de Carga Constante</b></p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <math display="block">k = \frac{(VL)}{(Aht)}</math> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>V= Volumen del Agua</td><td>cm3</td><td>5</td></tr> <tr><td>L= Longitud de la muestra</td><td>cm3</td><td>6.1</td></tr> <tr><td>A= Área transversal de la muestra</td><td>cm2</td><td>30.58</td></tr> <tr><td>D= Diámetro interior del permeámetro</td><td>cm</td><td>6.24</td></tr> <tr><td>t= Tiempo Prueba</td><td>s</td><td>471</td></tr> <tr><td>h= Altura en que se produce filtración</td><td>cm</td><td>92</td></tr> <tr><td>k= Coeficiente de permeabilidad</td><td>cm/seg</td><td>2.302E-05</td></tr> </table> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p><b>Tipo de Permeabilidad:</b> Muy baja Permeabilidad</p> <p><b>Tipo de Suelo:</b> Arcilla</p> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"><b>Corrección de temperatura</b></p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 20px;">           Temperatura de trabajo (°C)      22         </div> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>20</td><td>1.007E-06</td></tr> <tr><td>25</td><td>8.970E-07</td></tr> </table> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <math display="block">k(20\text{ C}) = \frac{(nt)(kt)}{n(20\text{ C})}</math> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>5</td><td>1.100E-07</td></tr> <tr><td>3</td><td>x</td></tr> </table> </div> <div style="margin-top: 20px; text-align: center;"> <p><b>x= 6.600E-08</b></p> </div> <table border="1" style="margin-top: 20px; width: 100%;"> <tr> <th style="text-align: left;">Temperatura (Celsius)</th> <th></th> <th style="text-align: center;">22</th> </tr> <tr> <td>k(20 C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado</td> <td>cm/seg</td> <td style="text-align: center;">2.151E-05</td> </tr> <tr> <td>nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo</td> <td>m2/seg</td> <td style="text-align: center;">9.410E-07</td> </tr> <tr> <td>n(20 C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada</td> <td>m2/seg</td> <td style="text-align: center;">1.007E-06</td> </tr> <tr> <td>kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo</td> <td>cm/seg</td> <td style="text-align: center;">2.302E-05</td> </tr> </table> <div style="margin-top: 20px;"> <p><b>Tipo de Permeabilidad:</b> Muy baja Permeabilidad</p> <p><b>Tipo de Suelo:</b> Arcilla</p> </div> |                                                                                                                                                                |                                                                                     | V= Volumen del Agua | cm3 | 5 | L= Longitud de la muestra | cm3 | 6.1 | A= Área transversal de la muestra | cm2 | 30.58 | D= Diámetro interior del permeámetro | cm | 6.24 | t= Tiempo Prueba | s | 471 | h= Altura en que se produce filtración | cm | 92 | k= Coeficiente de permeabilidad | cm/seg | 2.302E-05 | 20 | 1.007E-06 | 25 | 8.970E-07 | 5 | 1.100E-07 | 3 | x | Temperatura (Celsius) |  | 22 | k(20 C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado | cm/seg | 2.151E-05 | nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo | m2/seg | 9.410E-07 | n(20 C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada | m2/seg | 1.007E-06 | kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo | cm/seg | 2.302E-05 |
| V= Volumen del Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | cm3                                                                                                                                                            | 5                                                                                   |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| L= Longitud de la muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | cm3                                                                                                                                                            | 6.1                                                                                 |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| A= Área transversal de la muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | cm2                                                                                                                                                            | 30.58                                                                               |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| D= Diámetro interior del permeámetro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | cm                                                                                                                                                             | 6.24                                                                                |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| t= Tiempo Prueba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | s                                                                                                                                                              | 471                                                                                 |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| h= Altura en que se produce filtración                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | cm                                                                                                                                                             | 92                                                                                  |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| k= Coeficiente de permeabilidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | cm/seg                                                                                                                                                         | 2.302E-05                                                                           |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.007E-06                                                                                                                                                      |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8.970E-07                                                                                                                                                      |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.100E-07                                                                                                                                                      |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | x                                                                                                                                                              |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| Temperatura (Celsius)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                | 22                                                                                  |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| k(20 C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | cm/seg                                                                                                                                                         | 2.151E-05                                                                           |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | m2/seg                                                                                                                                                         | 9.410E-07                                                                           |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| n(20 C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | m2/seg                                                                                                                                                         | 1.007E-06                                                                           |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | cm/seg                                                                                                                                                         | 2.302E-05                                                                           |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                       |  |    |                                                     |        |           |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |

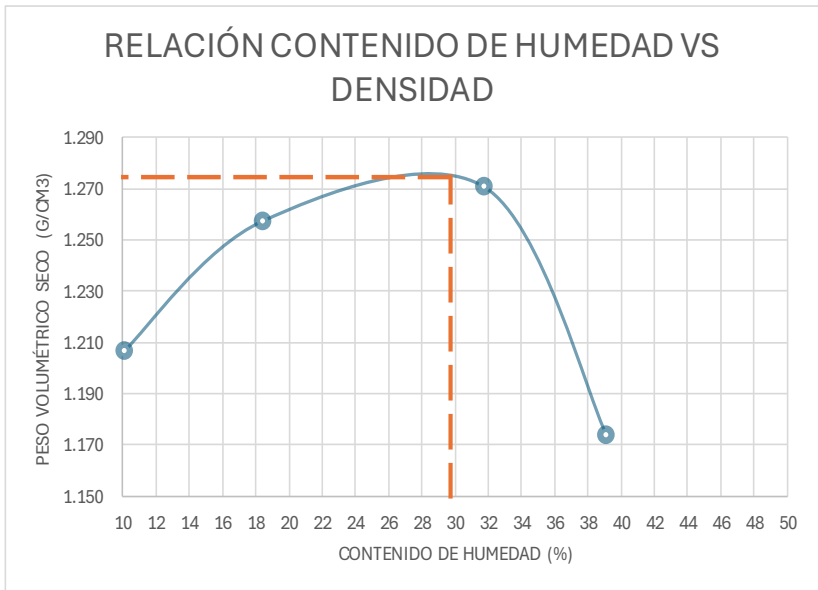
## Anexo 23: Permeabilidad en estado natural de la parroquia Pomona

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|----|------|------------------|---|-----|----------------------------------------|----|----|---------------------------------|--------|------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE PERMEABILIDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES<br><b>Proyecto:</b> DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| <b>Canton:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Parroquia:</b> Pomona                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 gr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Tipo de muestra:</b> Natural                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| <b>Permeámetro de Carga Constante</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| $k = \frac{(VL)}{(Aht)}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>V= Volumen del Agua</td> <td>cm3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>L= Longitud de la muestra</td> <td>cm3</td> <td>6.2</td> </tr> <tr> <td>A= Área transversal de la muestra</td> <td>cm2</td> <td>30.58</td> </tr> <tr> <td>D= Diámetro interior del permeámetro</td> <td>cm</td> <td>6.24</td> </tr> <tr> <td>t= Tiempo Prueba</td> <td>s</td> <td>408</td> </tr> <tr> <td>h= Altura en que se produce filtración</td> <td>cm</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>k= Coeficiente de permeabilidad</td> <td>cm/seg</td> <td><b>2.889E-05</b></td> </tr> </table> |                                                                                     | V= Volumen del Agua          | cm3       | 5                                                   | L= Longitud de la muestra | cm3                                                   | 6.2                   | A= Área transversal de la muestra                             | cm2                   | 30.58                                                     | D= Diámetro interior del permeámetro | cm | 6.24 | t= Tiempo Prueba | s | 408 | h= Altura en que se produce filtración | cm | 86 | k= Coeficiente de permeabilidad | cm/seg | <b>2.889E-05</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | V= Volumen del Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | cm3                                                                                 | 5                            |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | L= Longitud de la muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | cm3                                                                                 | 6.2                          |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | A= Área transversal de la muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | cm2                                                                                 | 30.58                        |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | D= Diámetro interior del permeámetro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | cm                                                                                  | 6.24                         |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | t= Tiempo Prueba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | s                                                                                   | 408                          |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | h= Altura en que se produce filtración                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | cm                                                                                  | 86                           |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| k= Coeficiente de permeabilidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | cm/seg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>2.889E-05</b>                                                                    |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| <b>Tipo de Permeabilidad:</b> Muy baja Permeabilidad<br><b>Tipo de Suelo:</b> Arcilla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| <b>Corrección de temperatura</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| Temperatura de trabajo (°C)      23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">1.007E-06</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">8.970E-07</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     | 20                           | 1.007E-06 | 25                                                  | 8.970E-07                 |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1.007E-06                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8.970E-07                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| $k(20\ C) = \frac{(nt)(kt)}{n(20\ C)}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">1.100E-07</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">x</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     | 5                            | 1.100E-07 | 2                                                   | x                         |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.100E-07                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | x                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| <b>x= 4.400E-08</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Temperatura (Celsius)</b></td> <td style="text-align: center;"><b>22</b></td> </tr> <tr> <td>k(20 C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado</td> <td>cm/seg      <b>2.763E-05</b></td> </tr> <tr> <td>nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo</td> <td>m2/seg      9.630E-07</td> </tr> <tr> <td>n(20 C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada</td> <td>m2/seg      1.007E-06</td> </tr> <tr> <td>kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo</td> <td>cm/seg      2.889E-05</td> </tr> </table> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     | <b>Temperatura (Celsius)</b> | <b>22</b> | k(20 C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado | cm/seg <b>2.763E-05</b>   | nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo | m2/seg      9.630E-07 | n(20 C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada | m2/seg      1.007E-06 | kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo | cm/seg      2.889E-05                |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| <b>Temperatura (Celsius)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>22</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| k(20 C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | cm/seg <b>2.763E-05</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | m2/seg      9.630E-07                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| n(20 C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | m2/seg      1.007E-06                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | cm/seg      2.889E-05                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |
| <b>Tipo de Permeabilidad:</b> Muy baja Permeabilidad<br><b>Tipo de Suelo:</b> Arcilla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                              |           |                                                     |                           |                                                       |                       |                                                               |                       |                                                           |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |                  |

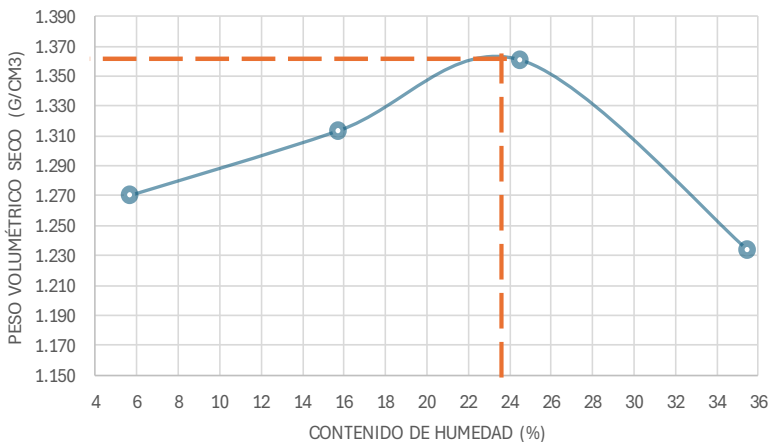
## Anexo 24: Permeabilidad en estado de 750°C de la parroquia Pomona

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----|---|---------------------------|-----|-----|-----------------------------------|-----|-------|--------------------------------------|----|------|------------------|---|-----|----------------------------------------|----|----|---------------------------------|--------|-----------|----|-----------|----|-----------|---|-----------|---|---|------------------------------|-----------|--|-----------------------------------------------------|--------|------------------|-------------------------------------------------------|--------|-----------|---------------------------------------------------------------|--------|-----------|-----------------------------------------------------------|--------|-----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE PERMEABILIDAD</b> |  |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| <p><b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| <b>Canton:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                | <b>Parroquia:</b> Pomona                                                            |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 gr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                | <b>Tipo de muestra:</b> 750°C                                                       |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| <p><b>Permeámetro de Carga Constante</b></p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <math display="block">k = \frac{(VL)}{(Aht)}</math> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>V= Volumen del Agua</td><td>cm3</td><td>5</td></tr> <tr><td>L= Longitud de la muestra</td><td>cm3</td><td>6.1</td></tr> <tr><td>A= Área transversal de la muestra</td><td>cm2</td><td>30.88</td></tr> <tr><td>D= Diámetro interior del permeámetro</td><td>cm</td><td>6.27</td></tr> <tr><td>t= Tiempo Prueba</td><td>s</td><td>617</td></tr> <tr><td>h= Altura en que se produce filtración</td><td>cm</td><td>92</td></tr> <tr><td>k= Coeficiente de permeabilidad</td><td>cm/seg</td><td>1.740E-05</td></tr> </table> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p><b>Tipo de Permeabilidad:</b> Muy baja Permeabilidad</p> <p><b>Tipo de Suelo:</b> Arcilla</p> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"><b>Corrección de temperatura</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;">           Temperatura de trabajo (°C)      21         </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>20</td><td>1.007E-06</td></tr> <tr><td>25</td><td>8.970E-07</td></tr> </table> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <math display="block">k(20\text{ C}) = \frac{(nt)(kt)}{n(20\text{ C})}</math> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>5</td><td>1.100E-07</td></tr> <tr><td>4</td><td>x</td></tr> </table> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p><b>x= 8.800E-08</b></p> </div> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 20px;"> <tr> <td><b>Temperatura (Celsius)</b></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>22</b></td> </tr> <tr> <td>k(20 C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado</td> <td>cm/seg</td> <td><b>1.588E-05</b></td> </tr> <tr> <td>nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo</td> <td>m2/seg</td> <td>9.190E-07</td> </tr> <tr> <td>n(20 C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada</td> <td>m2/seg</td> <td>1.007E-06</td> </tr> <tr> <td>kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo</td> <td>cm/seg</td> <td>1.740E-05</td> </tr> </table> <div style="margin-top: 20px;"> <p><b>Tipo de Permeabilidad:</b> Muy baja Permeabilidad</p> <p><b>Tipo de Suelo:</b> Arcilla</p> </div> |                                                                                                                                                                |                                                                                     | V= Volumen del Agua | cm3 | 5 | L= Longitud de la muestra | cm3 | 6.1 | A= Área transversal de la muestra | cm2 | 30.88 | D= Diámetro interior del permeámetro | cm | 6.27 | t= Tiempo Prueba | s | 617 | h= Altura en que se produce filtración | cm | 92 | k= Coeficiente de permeabilidad | cm/seg | 1.740E-05 | 20 | 1.007E-06 | 25 | 8.970E-07 | 5 | 1.100E-07 | 4 | x | <b>Temperatura (Celsius)</b> | <b>22</b> |  | k(20 C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado | cm/seg | <b>1.588E-05</b> | nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo | m2/seg | 9.190E-07 | n(20 C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada | m2/seg | 1.007E-06 | kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo | cm/seg | 1.740E-05 |
| V= Volumen del Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | cm3                                                                                                                                                            | 5                                                                                   |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| L= Longitud de la muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | cm3                                                                                                                                                            | 6.1                                                                                 |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| A= Área transversal de la muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | cm2                                                                                                                                                            | 30.88                                                                               |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| D= Diámetro interior del permeámetro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | cm                                                                                                                                                             | 6.27                                                                                |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| t= Tiempo Prueba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | s                                                                                                                                                              | 617                                                                                 |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| h= Altura en que se produce filtración                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | cm                                                                                                                                                             | 92                                                                                  |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| k= Coeficiente de permeabilidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | cm/seg                                                                                                                                                         | 1.740E-05                                                                           |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.007E-06                                                                                                                                                      |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8.970E-07                                                                                                                                                      |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.100E-07                                                                                                                                                      |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | x                                                                                                                                                              |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| <b>Temperatura (Celsius)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>22</b>                                                                                                                                                      |                                                                                     |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| k(20 C)= Coeficiente de permeabilidad estandarizado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | cm/seg                                                                                                                                                         | <b>1.588E-05</b>                                                                    |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| nt= Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m2/seg                                                                                                                                                         | 9.190E-07                                                                           |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| n(20 C)= Viscosidad del fluido a la temperatura estandarizada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | m2/seg                                                                                                                                                         | 1.007E-06                                                                           |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |
| kt= Coeficiente de permeabilidad a temperatura de trabajo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | cm/seg                                                                                                                                                         | 1.740E-05                                                                           |                     |     |   |                           |     |     |                                   |     |       |                                      |    |      |                  |   |     |                                        |    |    |                                 |        |           |    |           |    |           |   |           |   |   |                              |           |  |                                                     |        |                  |                                                       |        |           |                                                               |        |           |                                                           |        |           |

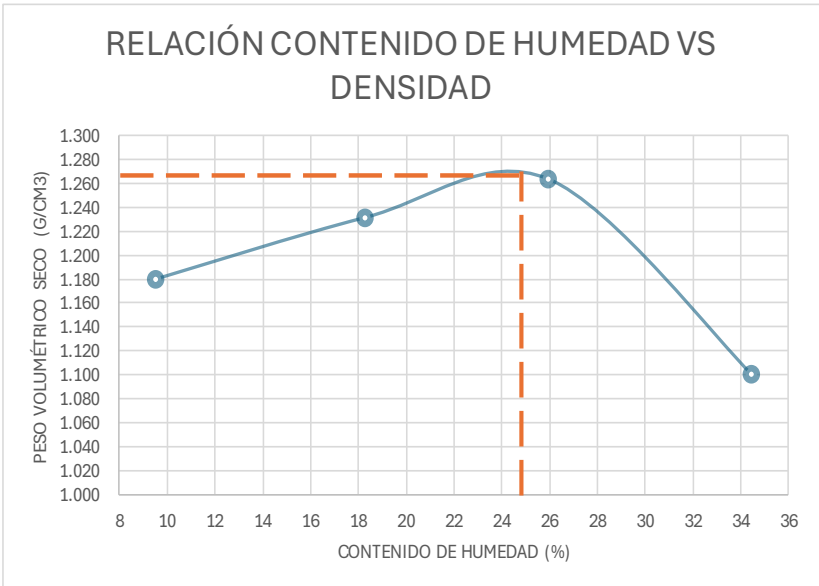
Anexo 25: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado natural de la parroquia Diez de Agosto

|                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |                                                                                     |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b> |          |  |                   |
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                     |          |                                                                                     |                   |
| <b>Canton:</b>                                                                                                                                                                                                                                                           | Pastaza  | <b>Parroquia:</b>                                                                   | Diez de Agosto    |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                | 25000 gr | <b>Tipo de muestra:</b>                                                             | Natural           |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                                                                     |                   |
| Número de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                         | 56       | Altura de Caída                                                                     | 18"               |
| Número de Capas                                                                                                                                                                                                                                                          | 5        | Peso del Martillo                                                                   | 10 lb             |
| Energía de Compactación                                                                                                                                                                                                                                                  | 55986    | lb pie/pie <sup>3</sup>                                                             | Øint 15.26 h 12.2 |
| Peso Inicial Deseado                                                                                                                                                                                                                                                     | 5000     | 5000                                                                                | 5000              |
| <b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                           |          |                                                                                     |                   |
| Ensayo Número                                                                                                                                                                                                                                                            | 1        | 2                                                                                   | 3                 |
| Humedad inicial añadida                                                                                                                                                                                                                                                  | 10%      | 20%                                                                                 | 30%               |
| P. molde+Suelo húmedo                                                                                                                                                                                                                                                    | 19539.5  | 19897.0                                                                             | 20311.0           |
| Peso suelo húmedo Wm                                                                                                                                                                                                                                                     | 2965.5   | 3323                                                                                | 3737              |
| Peso unitario húmedo γm                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.329    | 1.489                                                                               | 1.675             |
| <b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                            |          |                                                                                     |                   |
| Recipiente número                                                                                                                                                                                                                                                        | 21       | B3-G2                                                                               | T28               |
| Peso del recipiente Wr                                                                                                                                                                                                                                                   | 4.1      | 4.1                                                                                 | 4.1               |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)                                                                                                                                                                                                                               | 135.8    | 133.5                                                                               | 139.0             |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                                                                 | 123.5    | 121.8                                                                               | 117.3             |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                             | 119.40   | 117.70                                                                              | 113.20            |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                                                       | 12.30    | 11.70                                                                               | 21.70             |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                 | 10.30    | 9.94                                                                                | 19.17             |
| Promedio contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                        | 10.12    | 18.43                                                                               | 31.81             |
| Peso Volumétrico Seco γd                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.207    | 1.257                                                                               | 1.271             |
| <b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>                                                                                                                                                                                                      |          |                                                                                     |                   |
| <b>Cont. Humedad óptimo ω</b>                                                                                                                                                                                                                                            |          |                                                                                     | <b>28.70</b>      |
| <b>Peso Volumétrico Seco γd</b>                                                                                                                                                                                                                                          |          |                                                                                     | <b>1.278</b>      |
|                                                                                                                                                                                      |          |                                                                                     |                   |

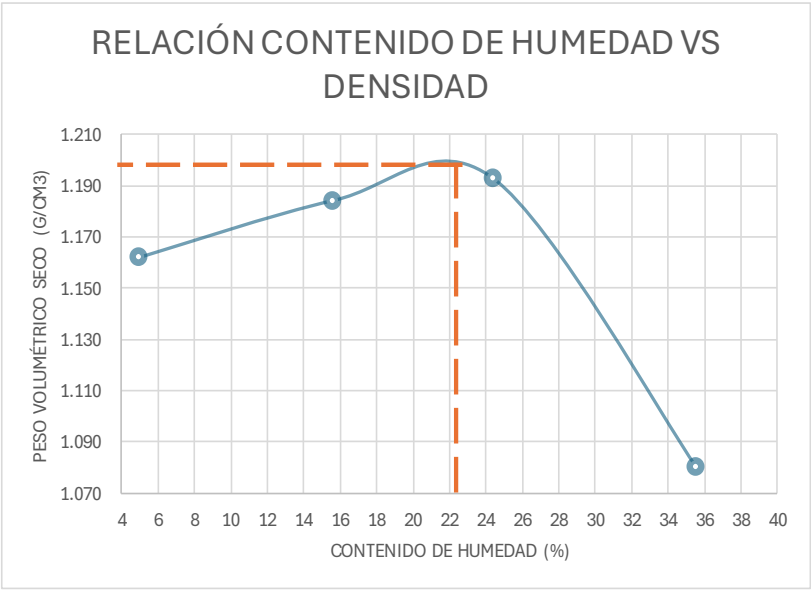
Anexo 26: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado de 750°C de la parroquia Diez de Agosto

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                    |  |                |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------|------------------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |                                                                                     |                |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| <b>Canton:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Pastaza                            | <b>Parroquia:</b>                                                                   | Diez de Agosto |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 25000 gr                           | <b>Tipo de muestra:</b>                                                             | 750°C          |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |                                                                                     |                |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Número de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 56                                 | Altura de Caída                                                                     | 18"            |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Número de Capas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5                                  | Peso del Martillo                                                                   | 10 lb          |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Energía de Compactación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 55986                              | lb pie/pie³                                                                         | Øint 15.17     |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Peso Inicial Deseado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5000                               | 5000                                                                                | 5000           |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| <b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |                                                                                     |                |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Ensayo Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1                                  | 2                                                                                   | 3              |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Humedad inicial añadida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5%                                 | 15%                                                                                 | 25%            |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| P. molde+Suelo húmedo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 18107.0                            | 18519.0                                                                             | 18923.0        |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Peso suelo húmedo Wm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3105                               | 3517                                                                                | 3921           |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Peso unitario húmedo γm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.342                              | 1.520                                                                               | 1.671          |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| <b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                    |                                                                                     |                |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Recipiente número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1                                  | 2                                                                                   | 3              |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Peso del recipiente Wr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4.1                                | 4.1                                                                                 | 4.1            |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 71.5                               | 74.8                                                                                | 90.2           |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 67.7                               | 71.2                                                                                | 78.8           |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 63.60                              | 67.10                                                                               | 74.70          |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3.80                               | 3.60                                                                                | 11.40          |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5.97                               | 5.37                                                                                | 15.26          |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Promedio contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5.67                               | 15.73                                                                               | 24.52          |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| Peso Volumétrico Seco γd                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1.270                              | 1.314                                                                               | 1.361          |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| <b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |                                                                                     |                |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| <b>Cont. Humedad optimo ω</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                    |                                                                                     | <b>23.80</b>   |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| <b>Peso Volumétrico Seco γd</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |                                                                                     | <b>1.362</b>   |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| <div style="text-align: center;"> <b>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b> </div>  <p>The graph plots Dry Density (γd) in g/cm³ on the y-axis (ranging from 1.150 to 1.390) against Moisture Content (ω) in % on the x-axis (ranging from 4 to 36). A blue curve with four data points shows the relationship. A vertical dashed orange line marks the peak at 23.80% moisture content, and a horizontal dashed orange line marks the corresponding maximum dry density of 1.362 g/cm³.</p> <table border="1"> <caption>Data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Contenido de Humedad (ω) (%)</th> <th>Peso Volumétrico Seco (γd) (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.97</td> <td>1.270</td> </tr> <tr> <td>5.37</td> <td>1.314</td> </tr> <tr> <td>15.26</td> <td>1.361</td> </tr> <tr> <td>24.52</td> <td>1.230</td> </tr> </tbody> </table> |                                    |                                                                                     |                | Contenido de Humedad (ω) (%) | Peso Volumétrico Seco (γd) (g/cm³) | 5.97 | 1.270 | 5.37 | 1.314 | 15.26 | 1.361 | 24.52 | 1.230 |
| Contenido de Humedad (ω) (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Peso Volumétrico Seco (γd) (g/cm³) |                                                                                     |                |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| 5.97                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.270                              |                                                                                     |                |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| 5.37                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.314                              |                                                                                     |                |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| 15.26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.361                              |                                                                                     |                |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |
| 24.52                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.230                              |                                                                                     |                |                              |                                    |      |       |      |       |       |       |       |       |

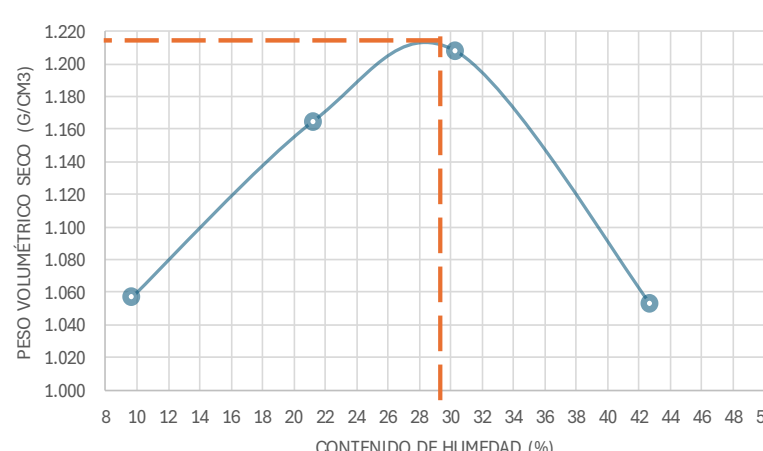
## Anexo 27: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado natural de la parroquia Tarqui

| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br/> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b> </div>  </div> |          |                   |                         |                         |              |                 |       |                          |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|-------|--------------------------|--------------------|
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                   |                         |                         |              |                 |       |                          |                    |
| <b>Canton:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Pastaza  |                   |                         | <b>Parroquia:</b>       | Tarqui       |                 |       |                          |                    |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 25000 gr |                   |                         | <b>Tipo de muestra:</b> | Natural      |                 |       |                          |                    |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |                   |                         |                         |              |                 |       |                          |                    |
| Número de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 56       | Altura de Caída   | 18"                     | Peso del Molde          | 16574.0      | gr              |       |                          |                    |
| Número de Capas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5        | Peso del Martillo | 10 lb                   | Volumen del Molde       | 2231.30      | cm <sup>3</sup> |       |                          |                    |
| Energía de Compactación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 55986    |                   | lb pie/pie <sup>3</sup> | Øint                    | 15.26        | h               | 12.2  | cm                       |                    |
| Peso Inicial Deseado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5000     | 5000              | 5000                    | 5000                    | 5000         | gr              |       |                          |                    |
| <b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |                   |                         |                         |              |                 |       |                          |                    |
| Ensayo Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1        | 2                 | 3                       | 4                       |              |                 |       |                          |                    |
| Humedad inicial añadida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10%      | 20%               | 30%                     | 40%                     |              |                 |       |                          |                    |
| P. molde+Suelo húmedo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 19458.0  | 19823.0           | 20124.5                 | 19874.5                 |              |                 |       |                          |                    |
| Peso suelo húmedo Wm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2884     | 3249              | 3550.5                  | 3300.5                  |              |                 |       |                          |                    |
| Peso unitario húmedo γm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.293    | 1.456             | 1.591                   | 1.479                   |              |                 |       |                          |                    |
| <b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |                   |                         |                         |              |                 |       |                          |                    |
| Recipiente número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 21       | B3-G2             | T28                     | T30                     | 7            | 3               | T34   | T32                      |                    |
| Peso del recipiente Wr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8.4      | 8.3               | 7.5                     | 7.5                     | 8.2          | 10.5            | 7.6   | 7.9                      | gr                 |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 56.60    | 61.20             | 61.40                   | 59.20                   | 98.50        | 110.10          | 73.60 | 79.30                    | gr                 |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 52.30    | 56.70             | 53.40                   | 50.90                   | 79.70        | 89.80           | 56.40 | 61.30                    | gr                 |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 43.90    | 48.40             | 45.90                   | 43.40                   | 71.50        | 79.30           | 48.80 | 53.40                    | gr                 |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4.30     | 4.50              | 8.00                    | 8.30                    | 18.80        | 20.30           | 17.20 | 18.00                    | gr                 |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 9.79     | 9.30              | 17.43                   | 19.12                   | 26.29        | 25.60           | 35.25 | 33.71                    | %                  |
| Promedio contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 9.55     |                   | 18.28                   |                         | 25.95        |                 | 34.48 |                          | %                  |
| Peso Volumétrico Seco γd                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1.180    |                   | 1.231                   |                         | 1.263        |                 | 1.100 |                          | gr/cm <sup>3</sup> |
| <b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |                   |                         |                         |              |                 |       |                          |                    |
| <b>Cont. Humedad optimo ω</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |                   |                         |                         | <b>25.10</b> |                 |       | <b>%</b>                 |                    |
| <b>Peso Volumétrico Seco γd</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                   |                         |                         | <b>1.262</b> |                 |       | <b>gr/cm<sup>3</sup></b> |                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |                   |                         |                         |              |                 |       |                          |                    |

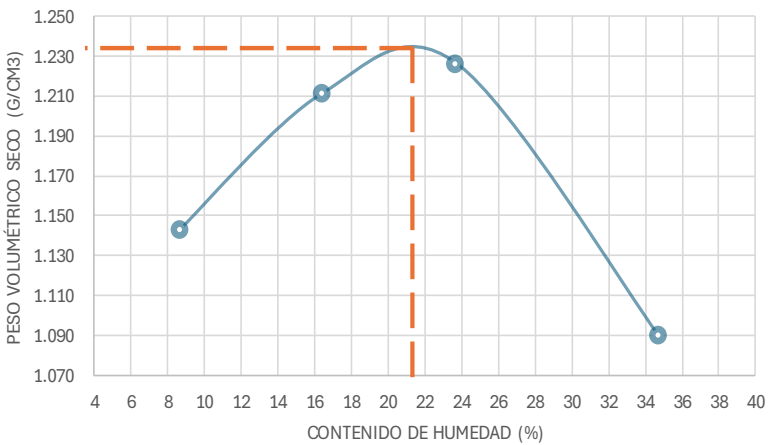
Anexo 28: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado de 750°C de la parroquia Tarqui

| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br/> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b> </div>  </div> |          |                   |             |                         |              |       |       |       |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------|-------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|---------------|
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                   |             |                         |              |       |       |       |               |
| <b>Canton:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Pastaza  |                   |             | <b>Parroquia:</b>       | Tarqui       |       |       |       |               |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 25000 gr |                   |             | <b>Tipo de muestra:</b> | 750°C        |       |       |       |               |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |                   |             |                         |              |       |       |       |               |
| Número de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 56       | Altura de Caída   | 18"         | Peso del Molde          | 14507.0      | gr    |       |       |               |
| Número de Capas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5        | Peso del Martillo | 10 lb       | Volumen del Molde       | 2313.51      | cm³   |       |       |               |
| Energía de Compactación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 55986    |                   | lb pie/pie³ | Øint                    | 15.17        | h     | 12.8  | cm    |               |
| Peso Inicial Deseado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5000     | 5000              |             | 5000                    | 5000         | gr    |       |       |               |
| <b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |                   |             |                         |              |       |       |       |               |
| Ensayo Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1        | 2                 | 3           | 4                       |              |       |       |       |               |
| Humedad inicial añadida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5%       | 15%               | 25%         | 35%                     |              |       |       |       |               |
| P. molde+Suelo húmedo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 17328.0  | 17674.5           | 17939.5     | 17894.0                 |              |       |       |       |               |
| Peso suelo húmedo Wm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2821     | 3167.5            | 3432.5      | 3387                    |              |       |       |       |               |
| Peso unitario húmedo γm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.219    | 1.369             | 1.484       | 1.464                   |              |       |       |       |               |
| <b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |                   |             |                         |              |       |       |       |               |
| Recipiente número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1        | 2                 | 3           | 4                       | 5            | 6     | 7     | 8     |               |
| Peso del recipiente Wr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4.1      | 4.1               | 4.1         | 4.1                     | 4.1          | 4.1   | 4.1   | 4.1   | gr            |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 80.8     | 84.5              | 101.9       | 100.2                   | 95.6         | 96.2  | 82.8  | 86.7  | gr            |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 77.1     | 80.8              | 88.4        | 87.5                    | 77.7         | 78.1  | 62.7  | 64.5  | gr            |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 73.00    | 76.70             | 84.30       | 83.40                   | 73.60        | 74.00 | 58.60 | 60.40 | gr            |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3.70     | 3.70              | 13.50       | 12.70                   | 17.90        | 18.10 | 20.10 | 22.20 | gr            |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5.07     | 4.82              | 16.01       | 15.23                   | 24.32        | 24.46 | 34.30 | 36.75 | %             |
| Promedio contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4.95     |                   | 15.62       |                         | 24.39        |       | 35.53 |       | %             |
| Peso Volumétrico Seco γd                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1.162    |                   | 1.184       |                         | 1.193        |       | 1.080 |       | gr/cm³        |
| <b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |                   |             |                         |              |       |       |       |               |
| <b>Cont. Humedad optimo ω</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |                   |             |                         | <b>22.20</b> |       |       |       | <b>%</b>      |
| <b>Peso Volumétrico Seco γd</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                   |             |                         | <b>1.202</b> |       |       |       | <b>gr/cm³</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |                   |             |                         |              |       |       |       |               |

Anexo 29: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado natural de la parroquia Pomona

| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br/> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b> </div>  </div>                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                   |                         |                         |              |                 |       |       |                    |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|-------|-------|--------------------|--------------------------|
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                   |                         |                         |              |                 |       |       |                    |                          |
| <b>Canton:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         | Pastaza           |                         | <b>Parroquia:</b>       |              | Pomona          |       |       |                    |                          |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         | 20000 gr          |                         | <b>Tipo de muestra:</b> |              | Natural         |       |       |                    |                          |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                   |                         |                         |              |                 |       |       |                    |                          |
| Número de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 56      | Altura de Caída   | 18"                     | Peso del Molde          | 16574.0      | gr              |       |       |                    |                          |
| Número de Capas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5       | Peso del Martillo | 10 lb                   | Volumen del Molde       | 2231.30      | cm <sup>3</sup> |       |       |                    |                          |
| Energía de Compactación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 55986   |                   | lb pie/pie <sup>3</sup> | Øint                    | 15.26        | h               | 12.2  | cm    |                    |                          |
| Peso Inicial Deseado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5000    | 5000              | 5000                    | 5000                    | 5000         | gr              |       |       |                    |                          |
| <b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                   |                         |                         |              |                 |       |       |                    |                          |
| Ensayo Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1       | 2                 | 3                       | 4                       |              |                 |       |       |                    |                          |
| Humedad inicial añadida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10%     | 20%               | 30%                     | 40%                     |              |                 |       |       | %                  |                          |
| P. molde+Suelo húmedo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 19161.0 | 19725.0           | 20086.0                 | 19929.0                 |              |                 |       |       | gr                 |                          |
| Peso suelo húmedo Wm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2587    | 3151              | 3512                    | 3355                    |              |                 |       |       | gr                 |                          |
| Peso unitario húmedo γm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.159   | 1.412             | 1.574                   | 1.504                   |              |                 |       |       | g/cm <sup>3</sup>  |                          |
| <b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |                   |                         |                         |              |                 |       |       |                    |                          |
| Recipiente número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | T28     | 7                 | T32                     | 21                      | B3-G2        | 3               | T32   | T30   |                    |                          |
| Peso del recipiente Wr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8.4     | 8.3               | 7.5                     | 7.5                     | 8.2          | 10.5            | 7.6   | 7.9   | gr                 |                          |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 75.60   | 78.10             | 82.40                   | 79.30                   | 89.20        | 92.10           | 85.70 | 83.10 | gr                 |                          |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 70.10   | 71.50             | 69.20                   | 66.80                   | 70.90        | 72.60           | 62.40 | 60.50 | gr                 |                          |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 61.70   | 63.20             | 61.70                   | 59.30                   | 62.70        | 62.10           | 54.80 | 52.60 | gr                 |                          |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5.50    | 6.60              | 13.20                   | 12.50                   | 18.30        | 19.50           | 23.30 | 22.60 | gr                 |                          |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8.91    | 10.44             | 21.39                   | 21.08                   | 29.19        | 31.40           | 42.52 | 42.97 | %                  |                          |
| Promedio contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 9.68    | 21.24             | 30.29                   | 42.74                   |              |                 |       |       | %                  |                          |
| Peso Volumétrico Seco γd                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.057   | 1.165             | 1.208                   | 1.053                   |              |                 |       |       | gr/cm <sup>3</sup> |                          |
| <b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                   |                         |                         |              |                 |       |       |                    |                          |
| <b>Cont. Humedad óptimo ω</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |                   |                         |                         | <b>28.20</b> |                 |       |       |                    | <b>%</b>                 |
| <b>Peso Volumétrico Seco γd</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                   |                         |                         | <b>1.212</b> |                 |       |       |                    | <b>gr/cm<sup>3</sup></b> |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>  <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">             The graph plots Dry Density (γd) in g/cm³ on the y-axis (ranging from 1.000 to 1.220) against Moisture Content (ω) in % on the x-axis (ranging from 8 to 50). A smooth curve is drawn through the data points, with a peak at 28.20% moisture content and 1.212 g/cm³ dry density. A vertical dashed line marks the peak, and a horizontal dashed line indicates the maximum dry density.           </p> </div> |         |                   |                         |                         |              |                 |       |       |                    |                          |

Anexo 30: Densidad seca y contenido de humedad óptimo del suelo en estado de 750°C de la parroquia Pomona

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b> |          |  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                     |          |                                                                                     |            |
| <b>Canton:</b>                                                                                                                                                                                                                                                           | Pastaza  | <b>Parroquia:</b>                                                                   | Pomona     |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                | 20000 gr | <b>Tipo de muestra:</b>                                                             | 750°C      |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                                                                     |            |
| Número de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                         | 56       | Altura de Caída                                                                     | 18"        |
| Número de Capas                                                                                                                                                                                                                                                          | 5        | Peso del Martillo                                                                   | 10 lb      |
| Energía de Compactación                                                                                                                                                                                                                                                  | 55986    | lb pie/pie³                                                                         | Øint 15.17 |
| Peso Inicial Deseado                                                                                                                                                                                                                                                     | 5000     | 5000                                                                                | 5000       |
| <b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                           |          |                                                                                     |            |
| Ensayo Número                                                                                                                                                                                                                                                            | 1        | 2                                                                                   | 3          |
| Humedad inicial añadida                                                                                                                                                                                                                                                  | 5%       | 15%                                                                                 | 25%        |
| P. molde+Suelo húmedo                                                                                                                                                                                                                                                    | 17380.5  | 17768.0                                                                             | 18016.0    |
| Peso suelo húmedo Wm                                                                                                                                                                                                                                                     | 2873.5   | 3261                                                                                | 3509       |
| Peso unitario húmedo γm                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.242    | 1.410                                                                               | 1.468      |
| <b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                            |          |                                                                                     |            |
| Recipiente número                                                                                                                                                                                                                                                        | 1        | 2                                                                                   | 3          |
| Peso del recipiente Wr                                                                                                                                                                                                                                                   | 4.1      | 4.1                                                                                 | 4.1        |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)                                                                                                                                                                                                                               | 86.6     | 90.6                                                                                | 95.1       |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                                                                 | 83.0     | 80.8                                                                                | 82.0       |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                             | 78.90    | 76.70                                                                               | 77.90      |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                                                       | 3.60     | 9.80                                                                                | 13.10      |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                 | 4.56     | 12.78                                                                               | 16.82      |
| Promedio contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                        | 8.67     | 16.38                                                                               | 23.68      |
| Peso Volumétrico Seco γd                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.143    | 1.211                                                                               | 1.226      |
| <b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>                                                                                                                                                                                                      |          |                                                                                     |            |
| <b>Cont. Humedad óptimo ω</b>                                                                                                                                                                                                                                            |          | <b>21.70</b>                                                                        |            |
| <b>Peso Volumétrico Seco γd</b>                                                                                                                                                                                                                                          |          | <b>1.233</b>                                                                        |            |
| <div style="text-align: center;"> <p><b>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b></p>  </div>                                                                                    |          |                                                                                     |            |

## Anexo 31: Muestra en estado natural para el ensayo CBR de la parroquia Diez de Agosto

|  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br/> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> </div>  |          |         |          |                         |          |                   |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|----------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------|
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                                                                   |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| <b>Canton:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          | Pastaza |          | <b>Parroquia:</b>       |          | Diez de Agosoto   |                   |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          | 1000 gr |          | <b>Tipo de muestra:</b> |          | Natural           |                   |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Peso Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5000     | g       |          | Densidad Máx. Seca      | 1.278    | g/cm <sup>3</sup> |                   |
| Peso Martillo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 10       | lb      |          | W% Óptimo               | 28.7     |                   | %                 |
| Altura de Caída                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 18       | in      |          |                         |          |                   |                   |
| <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| MOLDE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 14       |         | 2        |                         | 16       |                   |                   |
| DIMENSIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Diámetro | 15.1    | Diámetro | 15.2                    | Diámetro | 15.2              | cm                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Altura   | 12.8    | Altura   | 12.9                    | Altura   | 12.9              | cm                |
| Nº de Capas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5        |         | 5        |                         | 5        |                   |                   |
| Nº de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 56       |         | 27       |                         | 11       |                   |                   |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 10138    |         | 9992.5   |                         | 9746.5   |                   | g                 |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6429.5   |         | 6277     |                         | 6417.5   |                   | g                 |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3708.5   |         | 3715.5   |                         | 3329     |                   | g                 |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2292.20  |         | 2340.81  |                         | 2340.81  |                   | cm <sup>3</sup>   |
| Peso unitario Húmedo γ <sub>m</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.618    |         | 1.587    |                         | 1.422    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2        | 23      | T11A     | T07                     | 11       | T2                |                   |
| Peso muestra húmeda + recipiente (W <sub>m</sub> + W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 58.20    | 69.70   | 39.40    | 41.80                   | 60.50    | 52.30             | g                 |
| Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> + W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 47.30    | 55.50   | 32.20    | 33.80                   | 49.20    | 41.20             | g                 |
| Peso del agua (W <sub>w</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10.90    | 14.20   | 7.20     | 8.00                    | 11.30    | 11.10             | g                 |
| Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 9.90     | 7.40    | 7.40     | 7.50                    | 9.20     | 7.90              | g                 |
| Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 37.40    | 48.10   | 24.80    | 26.30                   | 40.00    | 33.30             | g                 |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 29.14    | 29.52   | 29.03    | 30.42                   | 28.25    | 33.33             | %                 |
| Promedio contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 29.33    |         | 29.73    |                         | 30.79    |                   | %                 |
| Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.251    |         | 1.224    |                         | 1.087    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 9698.5   |         | 9401.5   |                         | 9437.5   |                   | g                 |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6429.5   |         | 6277     |                         | 6417.5   |                   | g                 |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3269     |         | 3124.5   |                         | 3020     |                   | g                 |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2292.20  |         | 2340.81  |                         | 2340.81  |                   | cm <sup>3</sup>   |
| Peso unitario Húmedo γ <sub>m</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.426    |         | 1.335    |                         | 1.290    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 21       | E6      | T28      | T30                     | 6        | 13                |                   |
| Peso muestra húmeda + recipiente (W <sub>m</sub> + W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 31.60    | 41.70   | 31.20    | 33.80                   | 43.70    | 46.50             | g                 |
| Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> + W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 25.80    | 34.10   | 25.80    | 27.60                   | 35.10    | 37.80             | g                 |
| Peso del agua (W <sub>w</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5.80     | 7.60    | 5.40     | 6.20                    | 8.60     | 8.70              | g                 |
| Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7.30     | 9.60    | 7.60     | 7.30                    | 7.10     | 9.90              | g                 |
| Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 18.50    | 24.50   | 18.20    | 20.30                   | 28.00    | 27.90             | g                 |
| Contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 31.35    | 31.02   | 29.67    | 30.54                   | 30.71    | 31.18             | %                 |
| Promedio contenido de humedad (ω)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 31.19    |         | 30.11    |                         | 30.95    |                   | %                 |

Anexo 32: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado natural de la parroquia Diez de Agosto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

FICM

Proyecto

CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.

Canton:

Pastaza

Parroquia:

Diez de Agosto

Peso Muestra Seca:

1000 gr

Tipo de muestra:

Natural

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón

3

in²

Velocida de carga

1.270

mm/min

0.05

in/min

| PENETRACIÓN |          | Q Estándar (lb/in²) | MOLDE N° 1 (56 Golpes) |           |         | MOLDE N° 2 (27 Golpes) |         |           |         | MOLDE N° 3 (11 Golpes) |         |           |         |       |
|-------------|----------|---------------------|------------------------|-----------|---------|------------------------|---------|-----------|---------|------------------------|---------|-----------|---------|-------|
| mm          | in *10-3 |                     | Q Carga                | Presiones |         | CBR %                  | Q Carga | Presiones |         | CBR %                  | Q Carga | Presiones |         | CBR % |
|             |          |                     |                        | Leída     | Correg. |                        |         | Leída     | Correg. |                        |         | Leída     | Correg. |       |
| 0           | 0        | 1000                | 0                      | 0         | 15.80   | 1.58                   | 0       | 0         | 12.77   | 1.28                   | 0       | 0         | 10.03   | 1.00  |
| 0.64        | 25       |                     | 25.3                   | 8.4       |         |                        | 12.3    | 4.1       |         |                        | 10.6    | 3.5       |         |       |
| 1.27        | 50       |                     | 33.7                   | 11.2      |         |                        | 23.4    | 7.8       |         |                        | 15.9    | 5.3       |         |       |
| 1.91        | 75       |                     | 40.1                   | 13.4      |         |                        | 32.1    | 10.7      |         |                        | 22.6    | 7.5       |         |       |
| 2.54        | 100      |                     | 47.4                   | 15.8      |         |                        | 38.3    | 12.8      |         |                        | 30.1    | 10.0      |         |       |
| 3.81        | 150      | 1500                | 60.9                   | 20.3      | 23.77   | 1.58                   | 51.4    | 17.1      | 20.43   | 1.36                   | 41.9    | 14.0      | 17.40   | 1.16  |
| 5.08        | 200      |                     | 71.3                   | 23.8      |         |                        | 61.3    | 20.4      |         |                        | 52.2    | 17.4      |         |       |
| 6.35        | 250      |                     | 81.6                   | 27.2      |         |                        | 75.9    | 25.3      |         |                        | 57.3    | 19.1      |         |       |
| 7.62        | 300      |                     | 94.6                   | 31.5      |         |                        | 87.9    | 29.3      |         |                        | 66.4    | 22.1      |         |       |
| 10.16       | 400      |                     | 120.4                  | 40.1      |         |                        | 109.2   | 36.4      |         |                        | 76.9    | 25.6      |         |       |
| 12.7        | 500      |                     | 147.3                  | 49.1      |         |                        | 122.8   | 40.9      |         |                        | 84.4    | 28.1      |         |       |

PRESIÓN vs PENETRACIÓN

Resistencia (lb/in²)

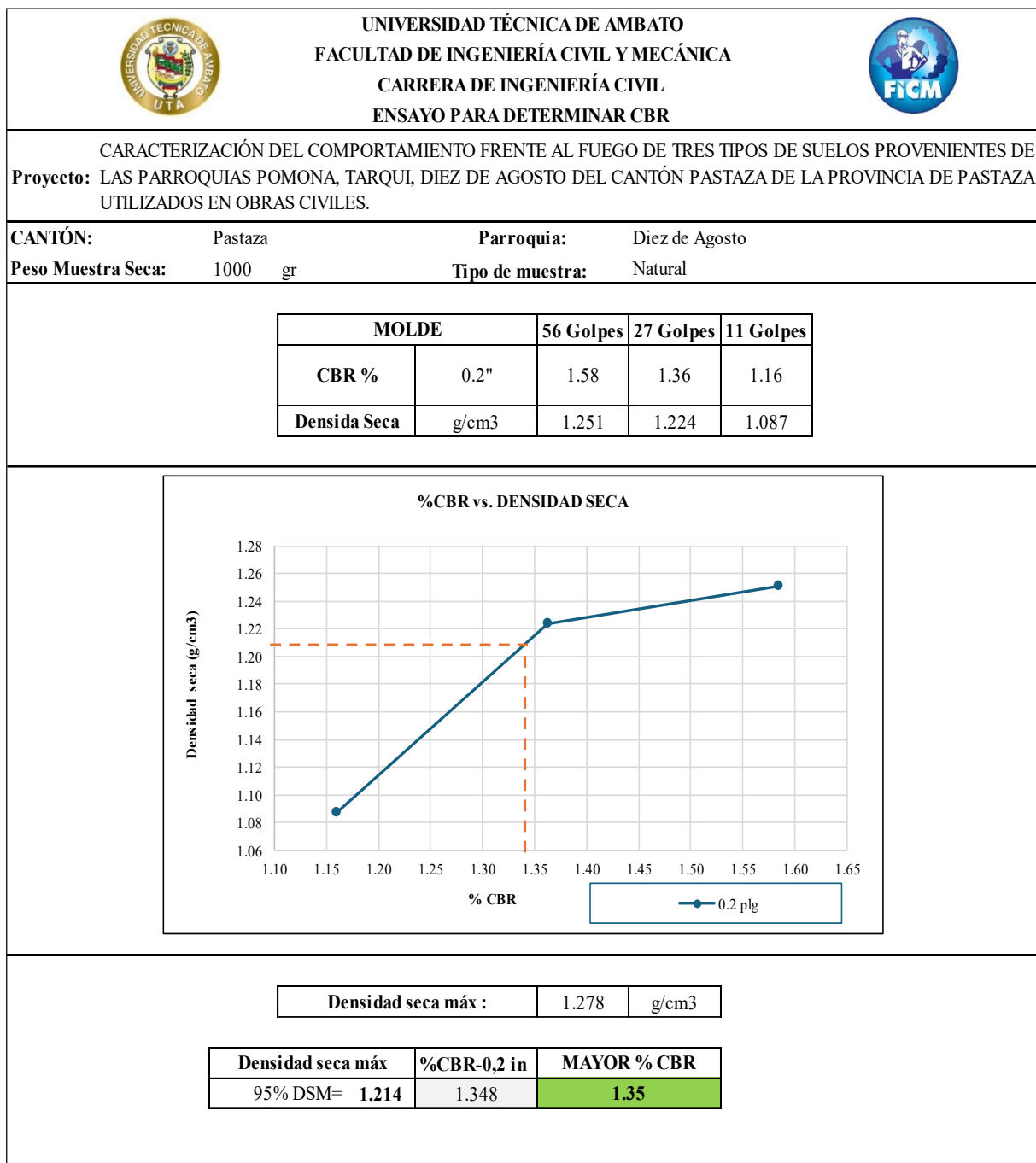
Penetración (in\*10^-3 )

11 golpes

27 golpes

56 golpes

### Anexo 33: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra natural de la parroquia Diez de Agosto



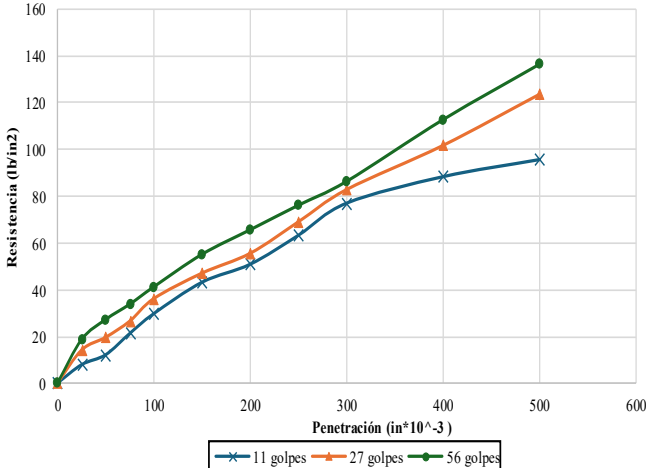
**Anexo 34: Muestra en estado de 750°C para el ensayo CBR de la parroquia Diez de Agosto**

|                                                                                                                                                     |              | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> |              |  |                                |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------|
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES. |              |                                                                                                                                                                   |              |                                                                                     |                                |         |
| <b>CANTÓN:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                               |              | <b>Parroquia:</b> Diez de Agosoto                                                                                                                                 |              |                                                                                     |                                |         |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 gr                                                                                                                                                                                                    |              | <b>Tipo de muestra:</b> 750°C                                                                                                                                     |              |                                                                                     |                                |         |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>                                                                                                                                                                                                   |              |                                                                                                                                                                   |              |                                                                                     |                                |         |
| Peso Muestra                                                                                                                                                                                                                         | 5000         | g                                                                                                                                                                 |              | Densidad Máx. Seca                                                                  | 1.362 g/cm <sup>3</sup>        |         |
| Peso Martillo                                                                                                                                                                                                                        | 10           | lb                                                                                                                                                                |              | W% Óptimo                                                                           | 23.8 %                         |         |
| Altura de Caída                                                                                                                                                                                                                      | 18           | in                                                                                                                                                                |              |                                                                                     |                                |         |
| <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>                                                                                                                                                                                                    |              |                                                                                                                                                                   |              |                                                                                     |                                |         |
| MOLDE                                                                                                                                                                                                                                | 14           | 2                                                                                                                                                                 | 16           |                                                                                     |                                |         |
| DIMENSIONES                                                                                                                                                                                                                          | Diámetro     | 15.1                                                                                                                                                              | Diámetro     | 15.2                                                                                | Diámetro                       | 15.2 cm |
|                                                                                                                                                                                                                                      | Altura       | 12.8                                                                                                                                                              | Altura       | 12.9                                                                                | Altura                         | 12.9 cm |
| Nº de Capas                                                                                                                                                                                                                          | 5            | 5                                                                                                                                                                 | 5            |                                                                                     |                                |         |
| Nº de Golpes                                                                                                                                                                                                                         | 56           | 27                                                                                                                                                                | 11           |                                                                                     |                                |         |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                  | 10197.5      | 9968                                                                                                                                                              | 9904.5       |                                                                                     | g                              |         |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                           | 6429.5       | 6277                                                                                                                                                              | 6417.5       |                                                                                     | g                              |         |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                               | 3768         | 3691                                                                                                                                                              | 3487         |                                                                                     | g                              |         |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                      | 2292.20      | 2340.81                                                                                                                                                           | 2340.81      |                                                                                     | cm <sup>3</sup>                |         |
| Peso unitario Húmedo $\gamma_m$                                                                                                                                                                                                      | <b>1.644</b> | <b>1.577</b>                                                                                                                                                      | <b>1.490</b> |                                                                                     | g/cm <sup>3</sup>              |         |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                          |              |                                                                                                                                                                   |              |                                                                                     |                                |         |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                    | 1            | 2                                                                                                                                                                 | 3            | 4                                                                                   | 5                              | 6       |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)                                                                                                                                                                                           | 62.90        | 75.30                                                                                                                                                             | 42.60        | 45.10                                                                               | 65.30                          | 56.50 g |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                             | 51.60        | 61.50                                                                                                                                                             | 35.10        | 37.40                                                                               | 53.60                          | 47.20 g |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                   | 11.30        | 13.80                                                                                                                                                             | 7.50         | 7.70                                                                                | 11.70                          | 9.30 g  |
| Peso del recipiente (Wr)                                                                                                                                                                                                             | 4.10         | 4.10                                                                                                                                                              | 4.10         | 4.10                                                                                | 4.10                           | 4.10 g  |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                         | 47.50        | 57.40                                                                                                                                                             | 31.00        | 33.30                                                                               | 49.50                          | 43.10 g |
| Contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                    | 23.79        | 24.04                                                                                                                                                             | 24.19        | 23.12                                                                               | 23.64                          | 21.58 % |
| Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                           | 23.92        |                                                                                                                                                                   | 23.66        |                                                                                     | 22.61 %                        |         |
| Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$                                                                                                                                                                                                     | <b>1.327</b> |                                                                                                                                                                   | <b>1.275</b> |                                                                                     | <b>1.215</b> g/cm <sup>3</sup> |         |
| <b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                      |              |                                                                                                                                                                   |              |                                                                                     |                                |         |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                  | 10328.5      |                                                                                                                                                                   | 10073        |                                                                                     | 10052.5 g                      |         |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                           | 6429.5       |                                                                                                                                                                   | 6277         |                                                                                     | 6417.5 g                       |         |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                               | 3899         |                                                                                                                                                                   | 3796         |                                                                                     | 3635 g                         |         |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                      | 2292.20      |                                                                                                                                                                   | 2340.81      |                                                                                     | 2340.81 cm <sup>3</sup>        |         |
| Peso unitario Húmedo $\gamma_m$                                                                                                                                                                                                      | <b>1.701</b> |                                                                                                                                                                   | <b>1.622</b> |                                                                                     | <b>1.553</b> g/cm <sup>3</sup> |         |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                          |              |                                                                                                                                                                   |              |                                                                                     |                                |         |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                    | 1            | 2                                                                                                                                                                 | 3            | 4                                                                                   | 5                              | 6       |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)                                                                                                                                                                                           | 33.80        | 44.60                                                                                                                                                             | 33.40        | 36.20                                                                               | 46.80                          | 49.80 g |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                             | 27.90        | 36.70                                                                                                                                                             | 27.50        | 29.90                                                                               | 38.20                          | 40.80 g |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                   | 5.90         | 7.90                                                                                                                                                              | 5.90         | 6.30                                                                                | 8.60                           | 9.00 g  |
| Peso del recipiente (Wr)                                                                                                                                                                                                             | 4.10         | 4.10                                                                                                                                                              | 4.10         | 4.10                                                                                | 4.10                           | 4.10 g  |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                         | 23.80        | 32.60                                                                                                                                                             | 23.40        | 25.80                                                                               | 34.10                          | 36.70 g |
| Contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                    | 24.79        | 24.23                                                                                                                                                             | 25.21        | 24.42                                                                               | 25.22                          | 24.52 % |
| Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                           | <b>24.51</b> |                                                                                                                                                                   | <b>24.82</b> |                                                                                     | <b>24.87</b> %                 |         |

**Anexo 35: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado de 750°C de la parroquia Diez de Agosto**

|                                                                                                                                                                                                                             |          |                                                                                                                                                                          |                        |                  |       |                                                                                     |       |           |                        |      |      |           |       |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|------------------------|------|------|-----------|-------|------|
|                                                                                                                                            |          | <div>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</div> <div>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</div> <div>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</div> <div>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</div> |                        |                  |       |  |       |           |                        |      |      |           |       |      |
| ProyectoCARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES. |          |                                                                                                                                                                          |                        |                  |       |                                                                                     |       |           |                        |      |      |           |       |      |
| CANTÓN:                                                                                                                                                                                                                     |          | Pastaza                                                                                                                                                                  |                        | Parroquia:       |       | Diez de Agosto                                                                      |       |           |                        |      |      |           |       |      |
| Peso Muestra Seca:                                                                                                                                                                                                          |          | 1000 gr                                                                                                                                                                  |                        | Tipo de muestra: |       | 750°C                                                                               |       |           |                        |      |      |           |       |      |
| MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)                                                                                                                                                                                     |          |                                                                                                                                                                          |                        |                  |       |                                                                                     |       |           |                        |      |      |           |       |      |
| Área de Pistón                                                                                                                                                                                                              |          | 3                                                                                                                                                                        |                        | in²              |       | Velocida de carga                                                                   |       |           |                        |      |      |           |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                             |          |                                                                                                                                                                          |                        |                  |       | 1.270                                                                               |       |           |                        |      |      |           |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                             |          |                                                                                                                                                                          |                        |                  |       | mm/min                                                                              |       |           |                        |      |      |           |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                             |          |                                                                                                                                                                          |                        |                  |       | 0.05                                                                                |       |           |                        |      |      |           |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                             |          |                                                                                                                                                                          |                        |                  |       | in/min                                                                              |       |           |                        |      |      |           |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                             |          |                                                                                                                                                                          |                        |                  |       |                                                                                     |       |           |                        |      |      |           |       |      |
| PENETRACIÓN                                                                                                                                                                                                                 |          | Q Estándar<br>(lb/in²)                                                                                                                                                   | MOLDE N° 1 (56 Golpes) |                  |       | MOLDE N° 2 (27 Golpes)                                                              |       |           | MOLDE N° 3 (11 Golpes) |      |      |           |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                             |          |                                                                                                                                                                          | Q                      | Presiones        |       | CBR                                                                                 | Q     | Presiones |                        | CBR  | Q    | Presiones |       | CBR  |
| mm                                                                                                                                                                                                                          | in *10-3 | Carga                                                                                                                                                                    | Leída                  | Correg.          | %     |                                                                                     | Carga | Leída     | Correg.                |      | %    | Carga     | Leída |      |
| 0                                                                                                                                                                                                                           | 0        | 1000                                                                                                                                                                     | 0                      | 0                | 13.73 | 1.37                                                                                | 0     | 0         | 12.07                  | 1.21 | 0    | 0         | 9.90  | 0.99 |
| 0.64                                                                                                                                                                                                                        | 25       |                                                                                                                                                                          | 18.7                   | 6.2              |       |                                                                                     | 14.2  | 4.7       |                        |      | 7.9  | 2.6       |       |      |
| 1.27                                                                                                                                                                                                                        | 50       |                                                                                                                                                                          | 27.2                   | 9.1              |       |                                                                                     | 19.6  | 6.5       |                        |      | 12.1 | 4.0       |       |      |
| 1.91                                                                                                                                                                                                                        | 75       |                                                                                                                                                                          | 33.8                   | 11.3             |       |                                                                                     | 26.6  | 8.9       |                        |      | 21.3 | 7.1       |       |      |
| 2.54                                                                                                                                                                                                                        | 100      |                                                                                                                                                                          | 41.2                   | 13.7             |       |                                                                                     | 36.2  | 12.1      |                        |      | 29.7 | 9.9       |       |      |
| 3.81                                                                                                                                                                                                                        | 150      |                                                                                                                                                                          | 55.1                   | 18.4             |       |                                                                                     | 47.1  | 15.7      |                        |      | 43.1 | 14.4      |       |      |
| 5.08                                                                                                                                                                                                                        | 200      |                                                                                                                                                                          | 65.6                   | 21.9             |       |                                                                                     | 55.6  | 18.5      |                        |      | 50.8 | 16.9      |       |      |
| 6.35                                                                                                                                                                                                                        | 250      |                                                                                                                                                                          | 76.1                   | 25.4             |       |                                                                                     | 69.1  | 23.0      |                        |      | 63.2 | 21.1      |       |      |
| 7.62                                                                                                                                                                                                                        | 300      |                                                                                                                                                                          | 86.3                   | 28.8             |       |                                                                                     | 82.9  | 27.6      |                        |      | 76.9 | 25.6      |       |      |
| 10.16                                                                                                                                                                                                                       | 400      |                                                                                                                                                                          | 112.7                  | 37.6             |       |                                                                                     | 101.8 | 33.9      |                        |      | 88.2 | 29.4      |       |      |
| 12.7                                                                                                                                                                                                                        | 500      |                                                                                                                                                                          | 136.4                  | 45.5             |       |                                                                                     | 123.7 | 41.2      |                        |      | 95.5 | 31.8      |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                             |          |                                                                                                                                                                          |                        |                  |       |                                                                                     |       |           |                        |      |      |           |       |      |

PRESIÓN vs PENETRACIÓN



| Penetración (in*10^-3) | 11 golpes (lb/in²) | 27 golpes (lb/in²) | 56 golpes (lb/in²) |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0                      | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25                     | 10                 | 15                 | 20                 |
| 50                     | 15                 | 25                 | 35                 |
| 75                     | 25                 | 35                 | 45                 |
| 100                    | 30                 | 45                 | 55                 |
| 150                    | 45                 | 65                 | 75                 |
| 200                    | 55                 | 80                 | 90                 |
| 250                    | 65                 | 95                 | 110                |
| 300                    | 80                 | 110                | 130                |
| 400                    | 90                 | 130                | 160                |
| 500                    | 100                | 150                | 190                |

**Anexo 36: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra de 750°C de la parroquia Diez de Agosto**

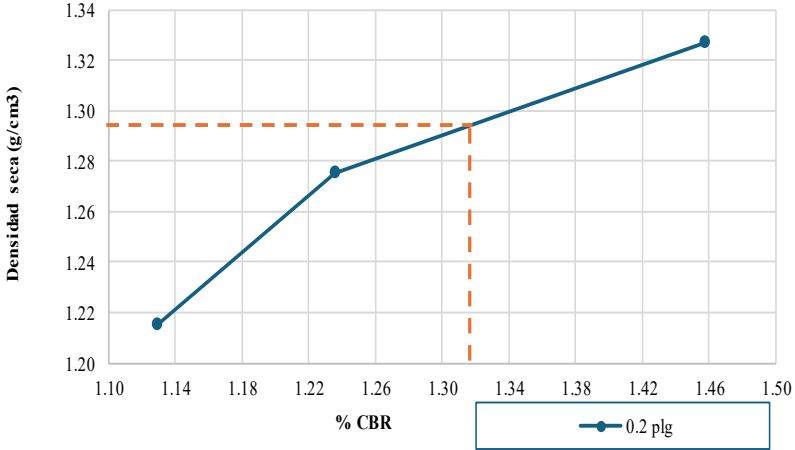
|                                                                                   |                                                                                                                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> |  |  |
|                                                                                   | <b>Proyecto:</b> LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                         |  |                                                                                     |
| <b>CANTÓN:</b> Pastaza                                                            | <b>Parroquia:</b> Diez de Agosto                                                                                                                                  |  |                                                                                     |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 gr                                                 | <b>Tipo de muestra:</b> 750C                                                                                                                                      |  |                                                                                     |

| MOLDE        |       | 56 Golpes | 27 Golpes | 11 Golpes |
|--------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| CBR %        | 0.2"  | 1.46      | 1.24      | 1.13      |
| Densida Seca | g/cm3 | 1.327     | 1.275     | 1.215     |

**%CBR vs. DENSIDAD SECA**



|                            |       |       |
|----------------------------|-------|-------|
| <b>Densidad seca máx :</b> | 1.362 | g/cm3 |
|----------------------------|-------|-------|

| Densidad seca máx | %CBR-0,2 in | MAYOR % CBR |
|-------------------|-------------|-------------|
| 95% DSM= 1.294    | 1.324       | 1.32        |

## Anexo 37: Muestra en estado natural para el ensayo CBR de la parroquia Tarqui

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b>  |          |         |          |                         |          |                   |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|----------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------|
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                    |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| <b>CANTÓN:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          | Pastaza |          | <b>Parroquia:</b>       |          | Tarqui            |                   |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          | 1000 gr |          | <b>Tipo de muestra:</b> |          | Natural           |                   |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Peso Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5000     | g       |          | Densidad Máx. Seca      | 1.262    | g/cm <sup>3</sup> |                   |
| Peso Martillo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10       | lb      |          | W% Óptimo               | 25.1     | %                 |                   |
| Altura de Caída                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 18       | in      |          |                         |          |                   |                   |
| <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| MOLDE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8        |         | 12       |                         | 6        |                   |                   |
| DIMENSIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Diámetro | 15.2    | Diámetro | 15.2                    | Diámetro | 15.1              | cm                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Altura   | 12.9    | Altura   | 12.8                    | Altura   | 12.9              | cm                |
| Nº de Capas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5        |         | 5        |                         | 5        |                   |                   |
| Nº de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 56       |         | 27       |                         | 11       |                   |                   |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10292.5  |         | 9972.5   |                         | 9952.5   |                   | g                 |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6728     |         | 6547.5   |                         | 6581     |                   | g                 |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3564.5   |         | 3425     |                         | 3371.5   |                   | g                 |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2340.81  |         | 2322.67  |                         | 2310.11  |                   | cm <sup>3</sup>   |
| Peso unitario Húmedo $\gamma_m$                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.523    |         | 1.475    |                         | 1.459    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 32       | 6       | 2        | 84                      | 77       | 41                |                   |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 90.50    | 96.90   | 84.60    | 92.80                   | 89.70    | 85.40             | g                 |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 73.70    | 78.90   | 69.70    | 75.70                   | 73.20    | 70.50             | g                 |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 16.80    | 18.00   | 14.90    | 17.10                   | 16.50    | 14.90             | g                 |
| Peso del recipiente (Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7.90     | 7.80    | 10.10    | 7.80                    | 7.90     | 9.90              | g                 |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 65.80    | 71.10   | 59.60    | 67.90                   | 65.30    | 60.60             | g                 |
| Contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 25.53    | 25.32   | 25.00    | 25.18                   | 25.27    | 24.59             | %                 |
| Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 25.42    |         | 25.09    |                         | 24.93    |                   | %                 |
| Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1.214    |         | 1.179    |                         | 1.168    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10374    |         | 10196    |                         | 10113.5  |                   | g                 |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6728     |         | 6547.5   |                         | 6581     |                   | g                 |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3646     |         | 3648.5   |                         | 3532.5   |                   | g                 |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2340.81  |         | 2322.67  |                         | 2310.11  |                   | cm <sup>3</sup>   |
| Peso unitario Húmedo $\gamma_m$                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.558    |         | 1.571    |                         | 1.529    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1        | 2       | 3        | 4                       | 5        | 6                 |                   |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 85.50    | 93.20   | 87.90    | 86.40                   | 88.30    | 92.80             | g                 |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 67.70    | 73.30   | 69.20    | 68.30                   | 69.50    | 73.10             | g                 |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 17.80    | 19.90   | 18.70    | 18.10                   | 18.80    | 19.70             | g                 |
| Peso del recipiente (Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4.10     | 4.10    | 4.10     | 4.10                    | 4.10     | 4.10              | g                 |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 63.60    | 69.20   | 65.10    | 64.20                   | 65.40    | 69.00             | g                 |
| Contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 27.99    | 28.76   | 28.73    | 28.19                   | 28.75    | 28.55             | %                 |
| Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 28.37    |         | 28.46    |                         | 28.65    |                   | %                 |

Anexo 38: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado natural de la parroquia Tarqui

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

FICM

Proyecto

CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.

CANTÓN:

Pastaza

Parroquia:

Tarqui

Peso Muestra Seca:

1000

gr

Tipo de muestra:

Natural

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón

3

in²

Velocidad de carga

1.270

mm/min

0.05

in/min

| PENETRACIÓN |          | Q<br>Estándar<br>(lb/in²) | MOLDE N° 1 (56 Golpes) |           |         | CBR<br>% | MOLDE N° 2 (27 Golpes) |           |         | CBR<br>% | MOLDE N° 3 (11 Golpes) |           |         | CBR<br>% |
|-------------|----------|---------------------------|------------------------|-----------|---------|----------|------------------------|-----------|---------|----------|------------------------|-----------|---------|----------|
|             |          |                           | Q<br>Carga             | Presiones |         |          | Q<br>Carga             | Presiones |         |          | Q<br>Carga             | Presiones |         |          |
| mm          | in *10-3 |                           |                        | Leída     | Correg. |          |                        | Leída     | Correg. |          |                        | Leída     | Correg. |          |
| 0           | 0        | 1000                      | 0                      | 0         | 15.73   | 1.57     | 0                      | 0         | 10.57   | 1.06     | 0                      | 0         | 7.90    | 0.79     |
| 0.64        | 25       |                           | 7.3                    | 2.4       |         |          | 8.1                    | 2.7       |         |          | 9.8                    | 3.3       |         |          |
| 1.27        | 50       |                           | 16.1                   | 5.4       |         |          | 13.9                   | 4.6       |         |          | 14.1                   | 4.7       |         |          |
| 1.91        | 75       |                           | 30.6                   | 10.2      |         |          | 26.9                   | 9.0       |         |          | 19.2                   | 6.4       |         |          |
| 2.54        | 100      |                           | 47.2                   | 15.7      |         |          | 31.7                   | 10.6      |         |          | 23.7                   | 7.9       |         |          |
| 3.81        | 150      | 1500                      | 61.4                   | 20.5      | 26.30   | 1.75     | 46.2                   | 15.4      | 21.57   | 1.44     | 38.2                   | 12.7      | 17.20   | 1.15     |
| 5.08        | 200      |                           | 78.9                   | 26.3      |         |          | 64.7                   | 21.6      |         |          | 51.6                   | 17.2      |         |          |
| 6.35        | 250      |                           | 91.7                   | 30.6      |         |          | 73.4                   | 24.5      |         |          | 64.6                   | 21.5      |         |          |
| 7.62        | 300      |                           | 98.1                   | 32.7      |         |          | 83.1                   | 27.7      |         |          | 75.6                   | 25.2      |         |          |
| 10.16       | 400      |                           | 111.4                  | 37.1      |         |          | 102.4                  | 34.1      |         |          | 96.5                   | 32.2      |         |          |
| 12.7        | 500      | 129.6                     | 43.2                   |           |         |          | 124.2                  | 41.4      |         |          | 114.8                  | 38.3      |         |          |

PRESIÓN vs PENETRACIÓN

Resistencia (lb/in2)

Penetración (in\*10^-3)

11 golpes

27 golpes

0

20

40

60

80

100

120

140

0

100

200

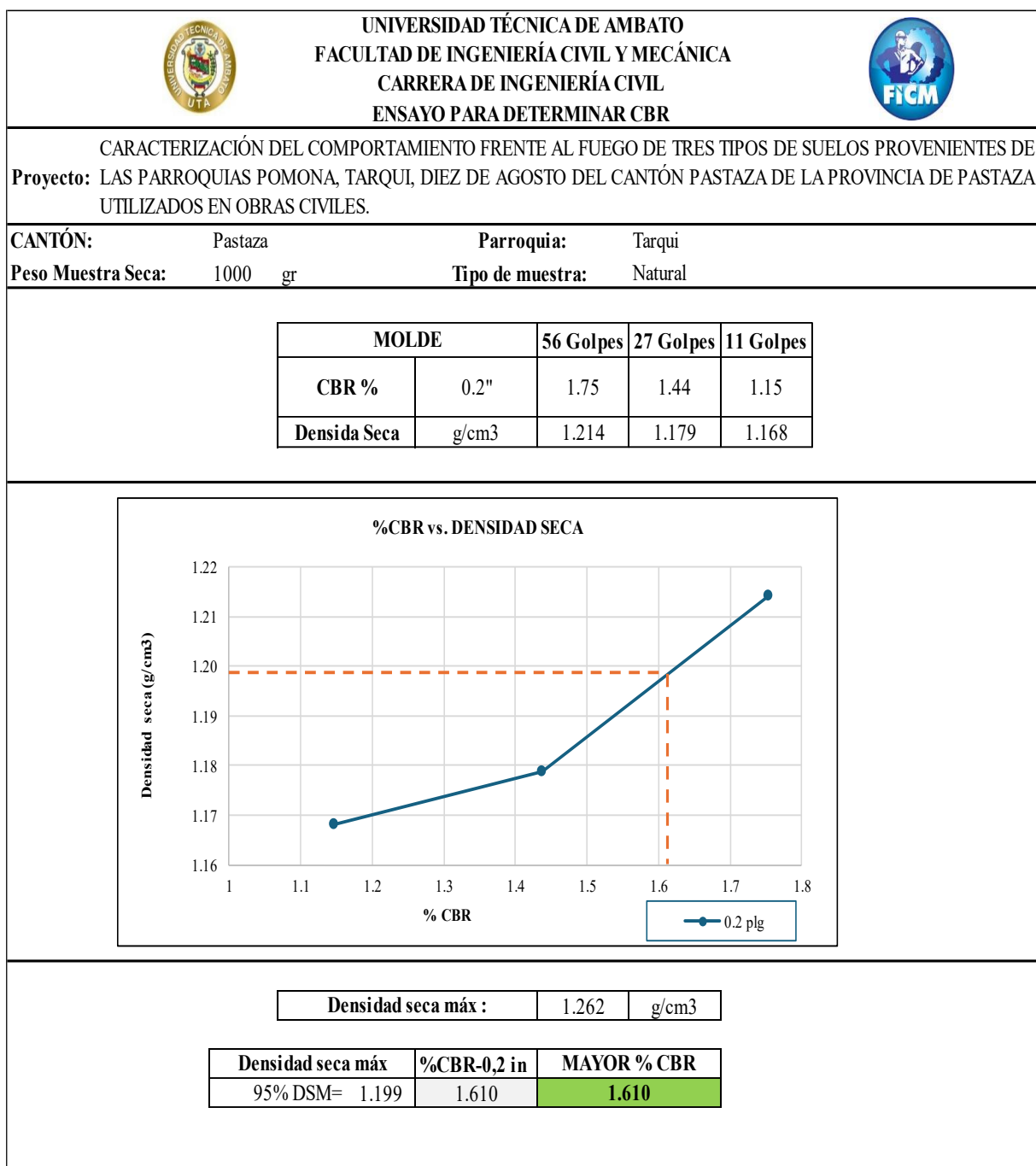
300

400

500

600

## Anexo 39: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra natural de la parroquia Tarqui



Anexo 40: Muestra en estado de 750°C para el ensayo CBR de la parroquia Tarqui

| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br/> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> </div>  </div> |          |         |          |                         |          |                   |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|----------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------|
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                                                                                                                                                            |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| <b>CANTÓN:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          | Pastaza |          | <b>Parroquia:</b>       |          | Tarqui            |                   |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          | 1000 gr |          | <b>Tipo de muestra:</b> |          | 750°C             |                   |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Peso Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5000     | g       |          | Densidad Máx. Seca      | 1.202    | g/cm <sup>3</sup> |                   |
| Peso Martillo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10       | lb      |          | W% Óptimo               | 22.2     | %                 |                   |
| Altura de Caída                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 18       | in      |          |                         |          |                   |                   |
| <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| MOLDE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8        |         | 12       |                         | 6        |                   |                   |
| DIMENSIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Diámetro | 15.2    | Diámetro | 15.2                    | Diámetro | 15.1              | cm                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Altura   | 12.9    | Altura   | 12.8                    | Altura   | 12.9              | cm                |
| Nº de Capas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5        |         | 5        |                         | 5        |                   |                   |
| Nº de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 56       |         | 27       |                         | 11       |                   |                   |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 10134    |         | 9887.5   |                         | 9769.5   |                   | g                 |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6728     |         | 6547.5   |                         | 6581     |                   | g                 |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3406     |         | 3340     |                         | 3188.5   |                   | g                 |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2340.81  |         | 2322.67  |                         | 2310.11  |                   | cm <sup>3</sup>   |
| Peso unitario Húmedo $\gamma_m$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.455    |         | 1.438    |                         | 1.380    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1        | 2       | 3        | 4                       | 5        | 6                 |                   |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 58.20    | 55.30   | 42.60    | 45.10                   | 65.30    | 56.50             | g                 |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 48.40    | 45.80   | 35.30    | 37.60                   | 53.90    | 46.80             | g                 |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 9.80     | 9.50    | 7.30     | 7.50                    | 11.40    | 9.70              | g                 |
| Peso del recipiente (Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4.10     | 4.10    | 4.10     | 4.10                    | 4.10     | 4.10              | g                 |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 44.30    | 41.70   | 31.20    | 33.50                   | 49.80    | 42.70             | g                 |
| Contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 22.12    | 22.78   | 23.40    | 22.39                   | 22.89    | 22.72             | %                 |
| Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 22.45    |         | 22.89    |                         | 22.80    |                   | %                 |
| Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.188    |         | 1.170    |                         | 1.124    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 10328.5  |         | 10073    |                         | 10052.5  |                   | g                 |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6728     |         | 6547.5   |                         | 6581     |                   | g                 |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3600.5   |         | 3525.5   |                         | 3471.5   |                   | g                 |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2340.81  |         | 2322.67  |                         | 2310.11  |                   | cm <sup>3</sup>   |
| Peso unitario Húmedo $\gamma_m$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.538    |         | 1.518    |                         | 1.503    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |         |          |                         |          |                   |                   |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1        | 2       | 3        | 4                       | 5        | 6                 |                   |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 70.40    | 66.90   | 51.50    | 54.60                   | 79.00    | 68.30             | g                 |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 57.20    | 54.30   | 41.80    | 44.60                   | 64.10    | 55.40             | g                 |
| Peso del agua (Ww)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 13.20    | 12.60   | 9.70     | 10.00                   | 14.90    | 12.90             | g                 |
| Peso del recipiente (Wr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4.10     | 4.10    | 4.10     | 4.10                    | 4.10     | 4.10              | g                 |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 53.10    | 50.20   | 37.70    | 40.50                   | 60.00    | 51.30             | g                 |
| Contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 24.86    | 25.10   | 25.73    | 24.69                   | 24.83    | 25.15             | %                 |
| Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 24.98    |         | 25.21    |                         | 24.99    |                   | %                 |

Anexo 41: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado de 750°C de la parroquia Tarqui



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto

CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.

CANTÓN:

Pastaza

Parroquia:

Tarqui

Peso Muestra Seca:

1000

gr

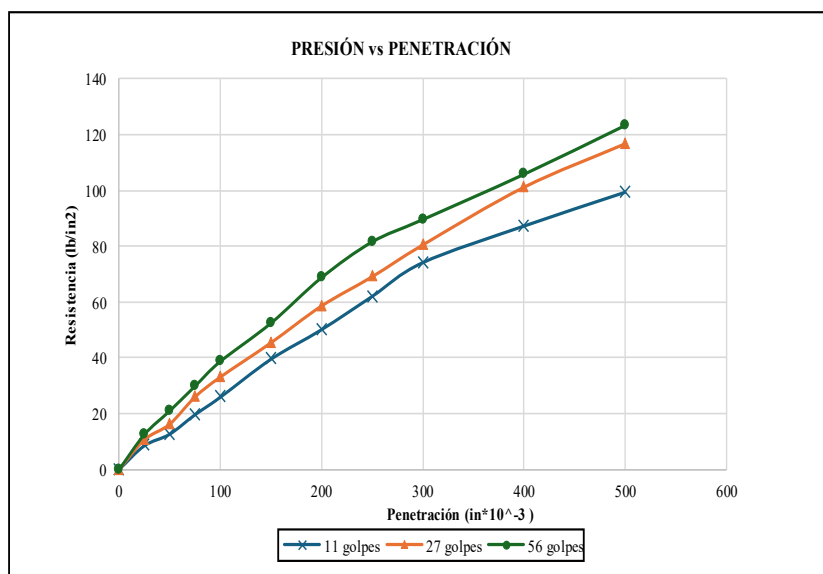
Tipo de muestra:

750°C

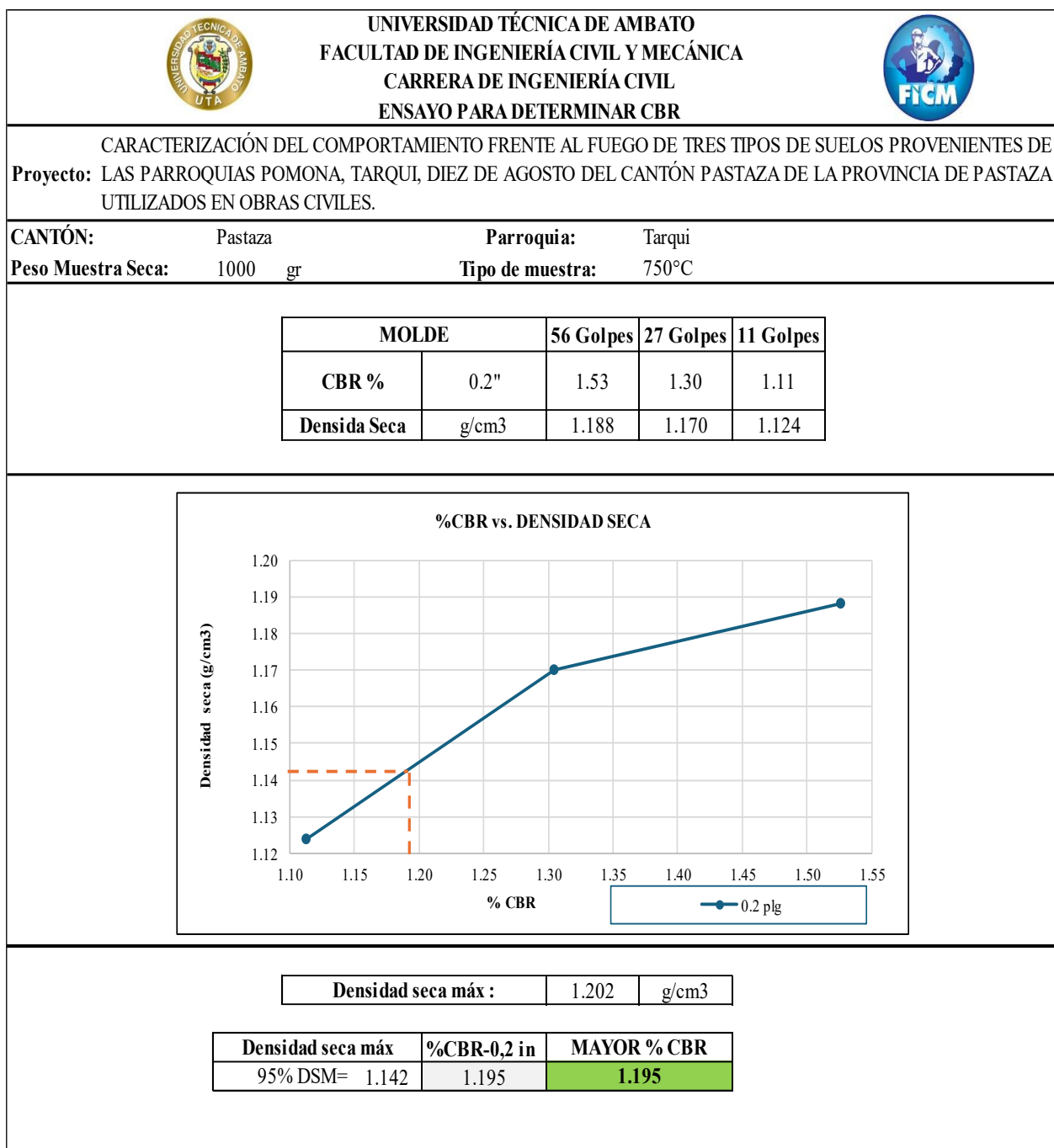
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

|                |   |     |  |                   |       |        |  |
|----------------|---|-----|--|-------------------|-------|--------|--|
| Área de Pistón | 3 | in² |  | Velocida de carga | 1.270 | mm/min |  |
|                |   |     |  |                   | 0.05  | in/min |  |

| PENETRACIÓN |          | Q<br>Estándar<br>(lb/in²) | MOLDE Nº 1 (56 Golpes) |           |         | CBR<br>% | MOLDE Nº 2 (27 Golpes) |           |         | CBR<br>% | MOLDE Nº 3 (11 Golpes) |           |         | CBR<br>% |
|-------------|----------|---------------------------|------------------------|-----------|---------|----------|------------------------|-----------|---------|----------|------------------------|-----------|---------|----------|
|             |          |                           | Q<br>Carga             | Presiones |         |          | Q<br>Carga             | Presiones |         |          | Q<br>Carga             | Presiones |         |          |
| mm          | in *10-3 |                           |                        | Leída     | Correg. |          |                        | Leída     | Correg. |          |                        | Leída     | Correg. |          |
| 0           | 0        | 1000                      | 0                      | 0         | 12.90   | 1.29     | 0                      | 0         | 11.07   | 1.11     | 0                      | 0         | 8.63    | 0.86     |
| 0.64        | 25       |                           | 12.6                   | 4.2       |         |          | 10.8                   | 3.6       |         |          | 8.6                    | 2.9       |         |          |
| 1.27        | 50       |                           | 21.0                   | 7.0       |         |          | 16.3                   | 5.4       |         |          | 12.7                   | 4.2       |         |          |
| 1.91        | 75       |                           | 29.9                   | 10.0      |         |          | 26.1                   | 8.7       |         |          | 19.7                   | 6.6       |         |          |
| 2.54        | 100      |                           | 38.7                   | 12.9      |         |          | 33.2                   | 11.1      |         |          | 25.9                   | 8.6       |         |          |
| 3.81        | 150      | 1500                      | 52.4                   | 17.5      | 22.90   | 1.53     | 45.5                   | 15.2      | 19.57   | 1.30     | 39.5                   | 13.2      | 16.70   | 1.11     |
| 5.08        | 200      |                           | 68.7                   | 22.9      |         |          | 58.7                   | 19.6      |         |          | 50.1                   | 16.7      |         |          |
| 6.35        | 250      |                           | 81.5                   | 27.2      |         |          | 69.2                   | 23.1      |         |          | 62.0                   | 20.7      |         |          |
| 7.62        | 300      |                           | 89.5                   | 29.8      |         |          | 80.6                   | 26.9      |         |          | 74.1                   | 24.7      |         |          |
| 10.16       | 400      |                           | 105.7                  | 35.2      |         |          | 101.3                  | 33.8      |         |          | 87.2                   | 29.1      |         |          |
| 12.7        | 500      |                           | 123.2                  | 41.1      |         |          | 116.9                  | 39.0      |         |          | 99.3                   | 33.1      |         |          |



## Anexo 42: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra de 750°C de la parroquia Tarqui



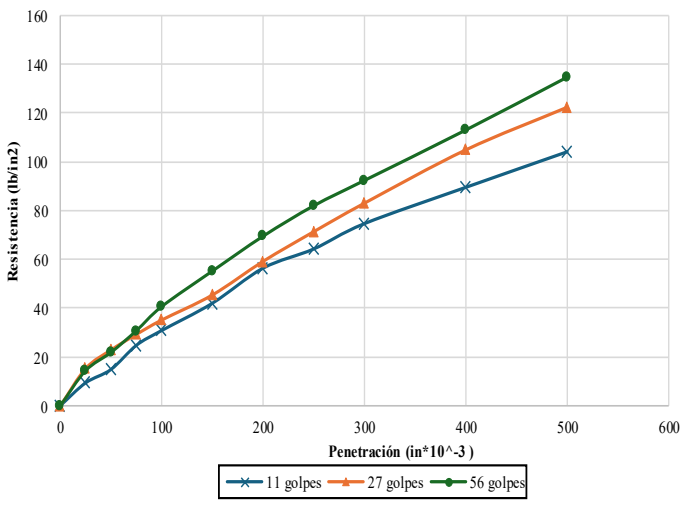
## Anexo 43: Muestra en estado natural para el ensayo CBR de la parroquia Pomona

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b>  |          |          |          |                         |          |                   |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------|
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                    |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| <b>CANTÓN:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          | Pastaza  |          | <b>Parroquia:</b>       |          | Pomona            |                   |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          | 18000 gr |          | <b>Tipo de muestra:</b> |          | Natural           |                   |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| Peso Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5000     | g        |          | Densidad Máx. Seca      | 1.212    | g/cm <sup>3</sup> |                   |
| Peso Martillo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10       | lb       |          | W% Óptimo               | 28.2     | %                 |                   |
| Altura de Caída                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 18       | in       |          |                         |          |                   |                   |
| <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| MOLDE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9        |          | 2        |                         | 8        |                   |                   |
| DIMENSIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Diámetro | 15.1     | Diámetro | 15.2                    | Diámetro | 15.2              | cm                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Altura   | 12.8     | Altura   | 12.9                    | Altura   | 12.9              | cm                |
| Nº de Capas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5        |          | 5        |                         | 5        |                   |                   |
| Nº de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 56       |          | 27       |                         | 11       |                   |                   |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10037.5  |          | 10152    |                         | 9915.5   |                   | g                 |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6581     |          | 6697     |                         | 6532.5   |                   | g                 |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3456.5   |          | 3455     |                         | 3383     |                   | g                 |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2292.20  |          | 2340.81  |                         | 2340.81  |                   | cm <sup>3</sup>   |
| Peso unitario Húmedo $\gamma_m$                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.508    |          | 1.476    |                         | 1.445    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1        | 2        | 3        | 4                       | 5        | 6                 |                   |
| Peso muestra húmeda + recipiente ( $W_m + W_r$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 86.70    | 94.70    | 89.10    | 87.30                   | 87.60    | 93.10             | g                 |
| Peso muestra seca + recipiente ( $W_s + W_r$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 68.80    | 75.10    | 69.90    | 69.00                   | 69.20    | 73.80             | g                 |
| Peso del agua ( $W_w$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 17.90    | 19.60    | 19.20    | 18.30                   | 18.40    | 19.30             | g                 |
| Peso del recipiente ( $W_r$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4.10     | 4.10     | 4.10     | 4.10                    | 4.10     | 4.10              | g                 |
| Peso de la muestra seca ( $W_s$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 64.70    | 71.00    | 65.80    | 64.90                   | 65.10    | 69.70             | g                 |
| Contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 27.67    | 27.61    | 29.18    | 28.20                   | 28.26    | 27.69             | %                 |
| Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 27.64    |          | 28.69    |                         | 27.98    |                   | %                 |
| Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1.181    |          | 1.147    |                         | 1.129    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10255    |          | 10392    |                         | 10176.5  |                   | g                 |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6581     |          | 6697     |                         | 6532.5   |                   | g                 |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3674     |          | 3695     |                         | 3644     |                   | g                 |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2292.20  |          | 2340.81  |                         | 2340.81  |                   | cm <sup>3</sup>   |
| Peso unitario Húmedo $\gamma_m$                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.603    |          | 1.579    |                         | 1.557    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1        | 2        | 3        | 4                       | 5        | 6                 |                   |
| Peso muestra húmeda + recipiente ( $W_m + W_r$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 91.60    | 96.40    | 86.20    | 91.50                   | 90.20    | 88.60             | g                 |
| Peso muestra seca + recipiente ( $W_s + W_r$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 71.30    | 76.10    | 67.20    | 71.40                   | 70.50    | 69.10             | g                 |
| Peso del agua ( $W_w$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 20.30    | 20.30    | 19.00    | 20.10                   | 19.70    | 19.50             | g                 |
| Peso del recipiente ( $W_r$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4.10     | 4.10     | 4.10     | 4.10                    | 4.10     | 4.10              | g                 |
| Peso de la muestra seca ( $W_s$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 67.20    | 72.00    | 63.10    | 67.30                   | 66.40    | 65.00             | g                 |
| Contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 30.21    | 28.19    | 30.11    | 29.87                   | 29.67    | 30.00             | %                 |
| Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 29.20    |          | 29.99    |                         | 29.83    |                   | %                 |

**Anexo 44: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado natural de la parroquia Pomona**

|                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                       |  |                        |  |                                                                                     |  |                        |  |        |  |                        |  |       |  |         |  |      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------|--|--------|--|------------------------|--|-------|--|---------|--|------|--|
|                                                                                                                                             |  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA<br>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL<br>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR |  |                        |  |  |  |                        |  |        |  |                        |  |       |  |         |  |      |  |
| Proyecto CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES. |  |                                                                                                                                       |  |                        |  |                                                                                     |  |                        |  |        |  |                        |  |       |  |         |  |      |  |
| CANTÓN:                                                                                                                                                                                                                      |  | Pastaza                                                                                                                               |  | Parroquia:             |  | Pomona                                                                              |  |                        |  |        |  |                        |  |       |  |         |  |      |  |
| Peso Muestra Seca:                                                                                                                                                                                                           |  | 18000 gr                                                                                                                              |  | Tipo de muestra:       |  | Natural                                                                             |  |                        |  |        |  |                        |  |       |  |         |  |      |  |
| MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                       |  |                        |  |                                                                                     |  |                        |  |        |  |                        |  |       |  |         |  |      |  |
| Área de Pistón                                                                                                                                                                                                               |  | 3                                                                                                                                     |  | in²                    |  | Velocidad de carga                                                                  |  | 1.270                  |  | mm/min |  |                        |  |       |  |         |  |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                       |  |                        |  |                                                                                     |  | 0.05                   |  | in/min |  |                        |  |       |  |         |  |      |  |
| PENETRACIÓN                                                                                                                                                                                                                  |  | Q                                                                                                                                     |  | MOLDE N° 1 (56 Golpes) |  |                                                                                     |  | MOLDE N° 2 (27 Golpes) |  |        |  | MOLDE N° 3 (11 Golpes) |  |       |  |         |  |      |  |
| Estándar                                                                                                                                                                                                                     |  | (lb/in²)                                                                                                                              |  | Q                      |  | Presiones                                                                           |  | CBR                    |  | Q      |  | Presiones              |  | CBR   |  |         |  |      |  |
| mm                                                                                                                                                                                                                           |  | in *10-3                                                                                                                              |  | Carga                  |  | Leída                                                                               |  | Correg.                |  | %      |  | Carga                  |  | Leída |  | Correg. |  | %    |  |
| 0                                                                                                                                                                                                                            |  | 0                                                                                                                                     |  | 0                      |  | 0                                                                                   |  |                        |  | 0      |  | 0                      |  |       |  | 0       |  |      |  |
| 0.64                                                                                                                                                                                                                         |  | 25                                                                                                                                    |  | 14.4                   |  | 4.8                                                                                 |  |                        |  | 15.3   |  | 5.1                    |  |       |  | 9.4     |  | 3.1  |  |
| 1.27                                                                                                                                                                                                                         |  | 50                                                                                                                                    |  | 21.9                   |  | 7.3                                                                                 |  |                        |  | 22.9   |  | 7.6                    |  |       |  | 14.9    |  | 5.0  |  |
| 1.91                                                                                                                                                                                                                         |  | 75                                                                                                                                    |  | 30.8                   |  | 10.3                                                                                |  |                        |  | 29.3   |  | 9.8                    |  |       |  | 24.8    |  | 8.3  |  |
| 2.54                                                                                                                                                                                                                         |  | 100                                                                                                                                   |  | 40.7                   |  | 13.6                                                                                |  | 13.57                  |  | 35.2   |  | 11.7                   |  | 11.73 |  | 30.9    |  | 10.3 |  |
| 3.81                                                                                                                                                                                                                         |  | 150                                                                                                                                   |  | 55.3                   |  | 18.4                                                                                |  |                        |  | 45.5   |  | 15.2                   |  |       |  | 42.1    |  | 14.0 |  |
| 5.08                                                                                                                                                                                                                         |  | 200                                                                                                                                   |  | 69.6                   |  | 23.2                                                                                |  | 23.20                  |  | 59.3   |  | 19.8                   |  | 19.77 |  | 56.5    |  | 18.8 |  |
| 6.35                                                                                                                                                                                                                         |  | 250                                                                                                                                   |  | 82.1                   |  | 27.4                                                                                |  |                        |  | 71.5   |  | 23.8                   |  |       |  | 64.4    |  | 21.5 |  |
| 7.62                                                                                                                                                                                                                         |  | 300                                                                                                                                   |  | 92.5                   |  | 30.8                                                                                |  |                        |  | 83.2   |  | 27.7                   |  |       |  | 74.8    |  | 24.9 |  |
| 10.16                                                                                                                                                                                                                        |  | 400                                                                                                                                   |  | 113.2                  |  | 37.7                                                                                |  |                        |  | 105.1  |  | 35.0                   |  |       |  | 89.7    |  | 29.9 |  |
| 12.7                                                                                                                                                                                                                         |  | 500                                                                                                                                   |  | 134.9                  |  | 45.0                                                                                |  |                        |  | 122.6  |  | 40.9                   |  |       |  | 104.3   |  | 34.8 |  |

PRESIÓN vs PENETRACIÓN

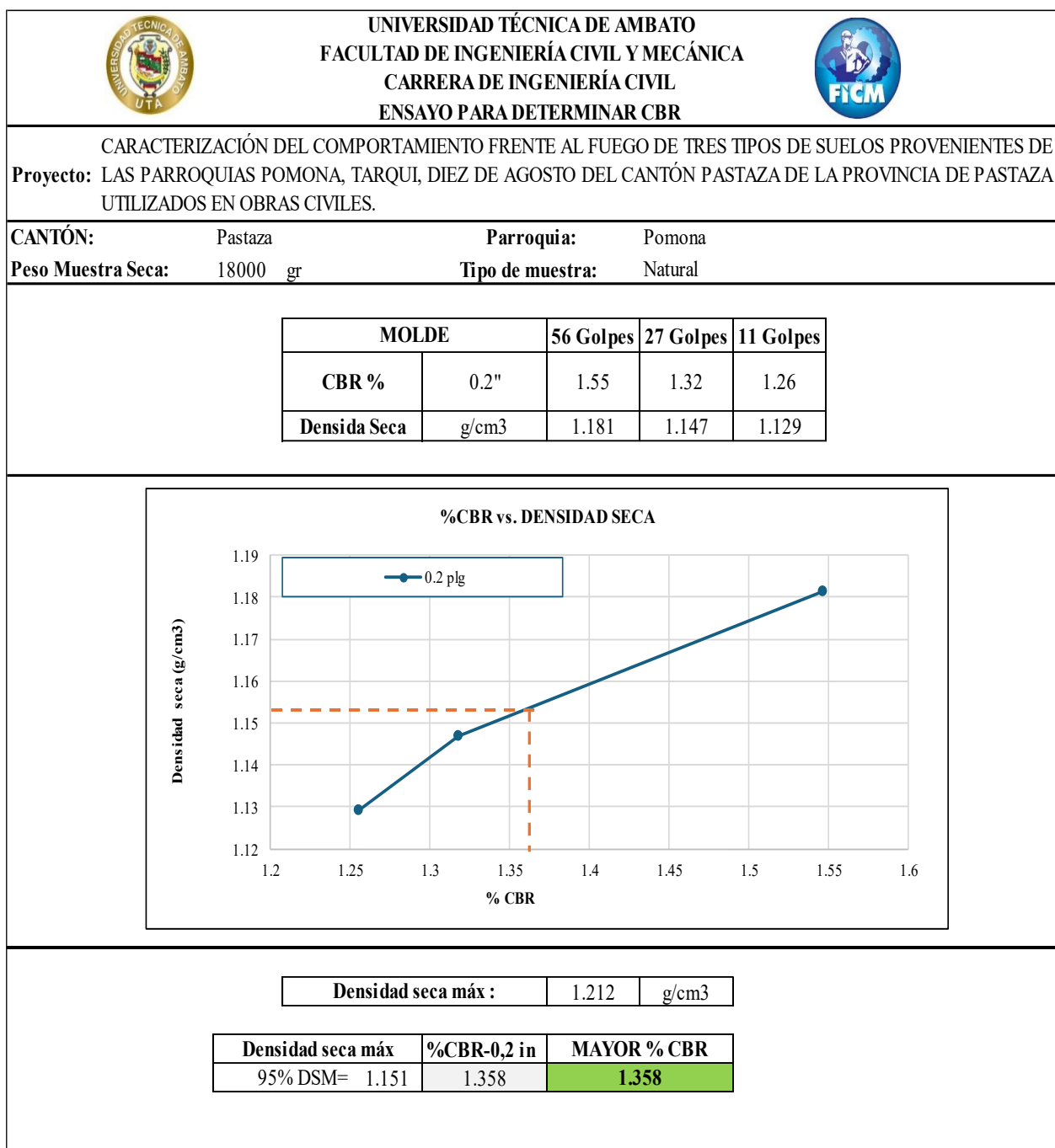


Resistencia (lb/in²)

Penetración (in\*10<sup>-3</sup>)

—x— 11 golpes —△— 27 golpes —●— 56 golpes

## Anexo 45: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra natural de la parroquia Pomona



## Anexo 46: Muestra en estado de 750°C para el ensayo CBR de la parroquia Pomona

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b>  |          |          |          |                         |          |                   |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------|
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.                                                                                                    |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| <b>CANTÓN:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          | Pastaza  |          | <b>Parroquia:</b>       |          | Pomona            |                   |
| <b>Peso Muestra Seca:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          | 18000 gr |          | <b>Tipo de muestra:</b> |          | 750°C             |                   |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| Peso Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5000     | g        |          | Densidad Máx. Seca      | 1.233    | g/cm <sup>3</sup> |                   |
| Peso Martillo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10       | lb       |          | W% Óptimo               | 21.7     | %                 |                   |
| Altura de Caída                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 18       | in       |          |                         |          |                   |                   |
| <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| MOLDE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8        |          | 12       |                         | 6        |                   |                   |
| DIMENSIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Diámetro | 15.2     | Diámetro | 15.2                    | Diámetro | 15.1              | cm                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Altura   | 12.9     | Altura   | 12.8                    | Altura   | 12.9              | cm                |
| Nº de Capas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5        |          | 5        |                         | 5        |                   |                   |
| Nº de Golpes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 56       |          | 27       |                         | 11       |                   |                   |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10138.5  |          | 9909.5   |                         | 9731     |                   | g                 |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6728     |          | 6547.5   |                         | 6581     |                   | g                 |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3410.5   |          | 3362     |                         | 3150     |                   | g                 |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2340.81  |          | 2322.67  |                         | 2310.11  |                   | cm <sup>3</sup>   |
| Peso unitario Húmedo $\gamma_m$                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.457    |          | 1.447    |                         | 1.364    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1        | 2        | 3        | 4                       | 5        | 6                 |                   |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 83.40    | 79.20    | 72.80    | 75.60                   | 93.40    | 80.80             | g                 |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 69.90    | 66.10    | 60.90    | 63.20                   | 78.20    | 67.90             | g                 |
| Peso del agua (W <sub>w</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 13.50    | 13.10    | 11.90    | 12.40                   | 15.20    | 12.90             | g                 |
| Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4.10     | 4.10     | 4.10     | 4.10                    | 4.10     | 4.10              | g                 |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 65.80    | 62.00    | 56.80    | 59.10                   | 74.10    | 63.80             | g                 |
| Contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20.52    | 21.13    | 20.95    | 20.98                   | 20.51    | 20.22             | %                 |
| Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 20.82    |          | 20.97    |                         | 20.37    |                   | %                 |
| Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1.206    |          | 1.197    |                         | 1.133    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| Peso Húmeda + Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10211.5  |          | 9963     |                         | 9864.5   |                   | g                 |
| Peso Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6728     |          | 6547.5   |                         | 6581     |                   | g                 |
| Peso de Muestra Húmeda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3483.5   |          | 3415.5   |                         | 3283.5   |                   | g                 |
| Volumen Muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2340.81  |          | 2322.67  |                         | 2310.11  |                   | cm <sup>3</sup>   |
| Peso unitario Húmedo $\gamma_m$                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.488    |          | 1.471    |                         | 1.421    |                   | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |          |          |                         |          |                   |                   |
| Recipiente Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1        | 2        | 3        | 4                       | 5        | 6                 |                   |
| Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 83.10    | 78.90    | 72.10    | 76.40                   | 93.20    | 80.60             | g                 |
| Peso muestra seca + recipiente (Ws + W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 68.60    | 65.20    | 59.40    | 63.30                   | 76.90    | 66.50             | g                 |
| Peso del agua (W <sub>w</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 14.50    | 13.70    | 12.70    | 13.10                   | 16.30    | 14.10             | g                 |
| Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4.10     | 4.10     | 4.10     | 4.10                    | 4.10     | 4.10              | g                 |
| Peso de la muestra seca (Ws)                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 64.50    | 61.10    | 55.30    | 59.20                   | 72.80    | 62.40             | g                 |
| Contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 22.48    | 22.42    | 22.97    | 22.13                   | 22.39    | 22.60             | %                 |
| Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 22.45    |          | 22.55    |                         | 22.49    |                   | %                 |

Anexo 47: Datos de la máquina de compresión “CONTROLS” de la muestra en estado de 750°C de la parroquia Pomona

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

**Proyecto** CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES.

**CANTÓN:** Pastaza **Parroquia:** Pomona  
**Peso Muestra Seca:** 18000 gr **Tipo de muestra:** 750°C

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

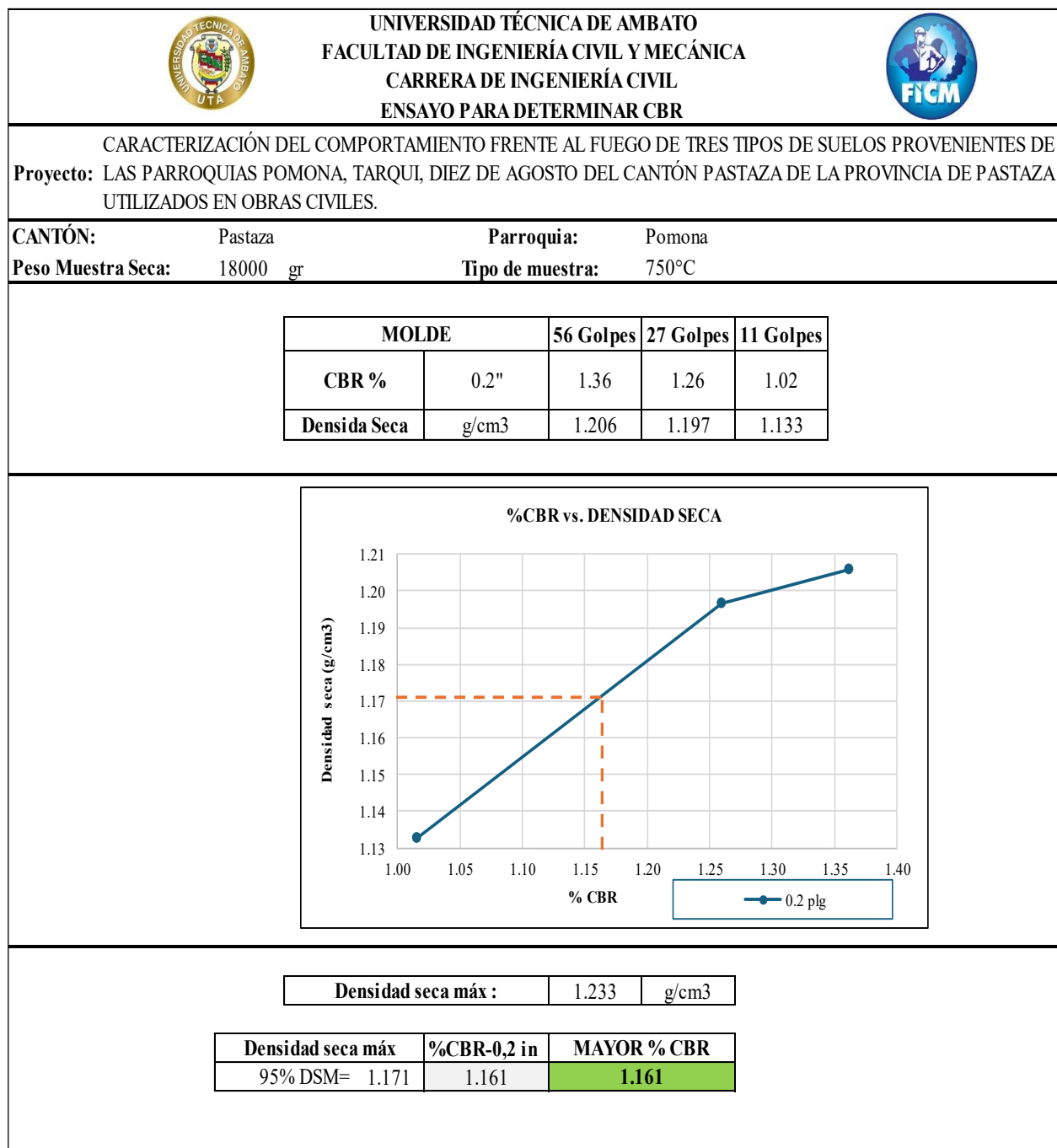
|                |   |     |  |                    |       |        |  |
|----------------|---|-----|--|--------------------|-------|--------|--|
| Área de Pistón | 3 | in² |  | Velocidad de carga | 1.270 | mm/min |  |
|                |   |     |  |                    | 0.05  | in/min |  |

| PENETRACIÓN |          | Q<br>Estándar<br>(lb/in²) | MOLDE N° 1 (56 Golpes) |           |         |          | MOLDE N° 2 (27 Golpes) |           |         |          | MOLDE N° 3 (11 Golpes) |           |         |          |
|-------------|----------|---------------------------|------------------------|-----------|---------|----------|------------------------|-----------|---------|----------|------------------------|-----------|---------|----------|
|             |          |                           | Q<br>Carga             | Presiones |         | CBR<br>% | Q<br>Carga             | Presiones |         | CBR<br>% | Q<br>Carga             | Presiones |         | CBR<br>% |
| mm          | in *10-3 |                           |                        | Leída     | Correg. |          |                        | Leída     | Correg. |          |                        | Leída     | Correg. |          |
| 0           | 0        | 1000                      | 0                      | 0         | 11.90   | 1.19     | 0                      | 0         | 11.07   | 1.11     | 0                      | 0         | 7.93    | 0.79     |
| 0.64        | 25       |                           | 14.1                   | 4.7       |         |          | 11.8                   | 3.9       |         |          | 7.8                    | 2.6       |         |          |
| 1.27        | 50       |                           | 21.8                   | 7.3       |         |          | 18.3                   | 6.1       |         |          | 11.6                   | 3.9       |         |          |
| 1.91        | 75       |                           | 28.9                   | 9.6       |         |          | 26.1                   | 8.7       |         |          | 18.1                   | 6.0       |         |          |
| 2.54        | 100      |                           | 35.7                   | 11.9      |         |          | 33.2                   | 11.1      |         |          | 23.8                   | 7.9       |         |          |
| 3.81        | 150      | 1500                      | 46.9                   | 15.6      | 20.43   | 1.36     | 43.2                   | 14.4      | 18.90   | 1.26     | 36.1                   | 12.0      | 15.23   | 1.02     |
| 5.08        | 200      |                           | 61.3                   | 20.4      |         |          | 56.7                   | 18.9      |         |          | 45.7                   | 15.2      |         |          |
| 6.35        | 250      |                           | 73.5                   | 24.5      |         |          | 67.3                   | 22.4      |         |          | 56.8                   | 18.9      |         |          |
| 7.62        | 300      |                           | 83.7                   | 27.9      |         |          | 77.4                   | 25.8      |         |          | 67.9                   | 22.6      |         |          |
| 10.16       | 400      |                           | 98.3                   | 32.8      |         |          | 91.8                   | 30.6      |         |          | 79.8                   | 26.6      |         |          |
| 12.7        | 500      |                           | 120.4                  | 40.1      |         |          | 108.5                  | 36.2      |         |          | 90.9                   | 30.3      |         |          |

PRESIÓN vs PENETRACIÓN

| Penetración (in*10 <sup>-3</sup> ) | 11 golpes (lb/in²) | 27 golpes (lb/in²) | 56 golpes (lb/in²) |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0                                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50                                 | 15                 | 20                 | 25                 |
| 100                                | 25                 | 35                 | 45                 |
| 200                                | 45                 | 60                 | 75                 |
| 300                                | 70                 | 80                 | 100                |
| 400                                | 85                 | 95                 | 120                |
| 500                                | 95                 | 110                | 135                |

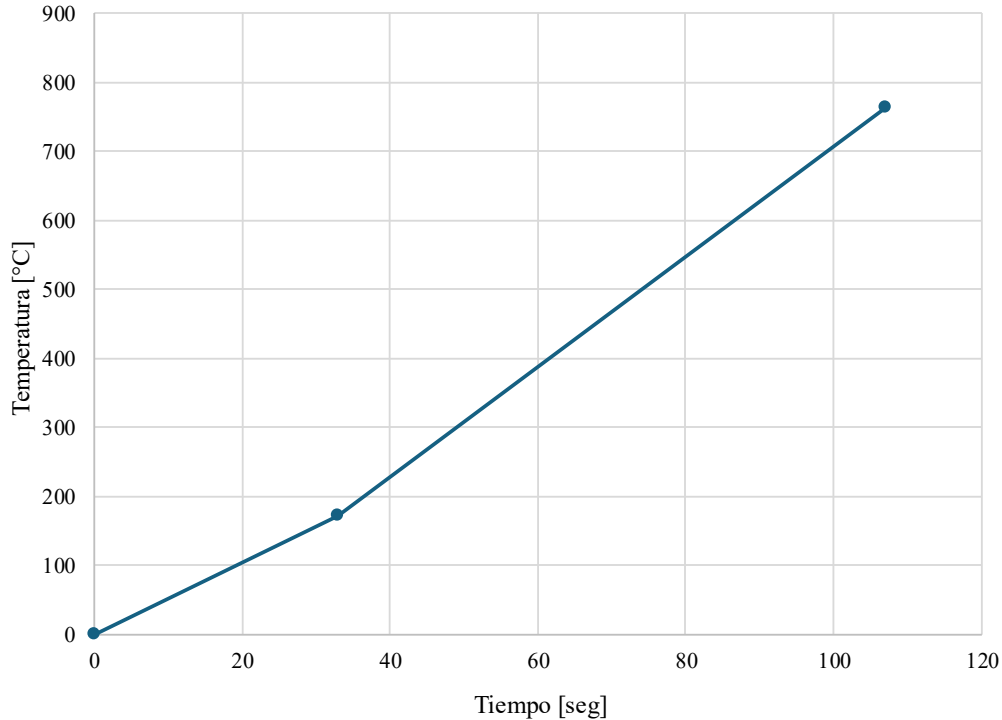
Anexo 48: Curva de CBR vs Densidad seca de la muestra de 750°C de la parroquia Pomona



## Anexo 49: Inflamabilidad del suelo de la parroquia Diez de Agosto

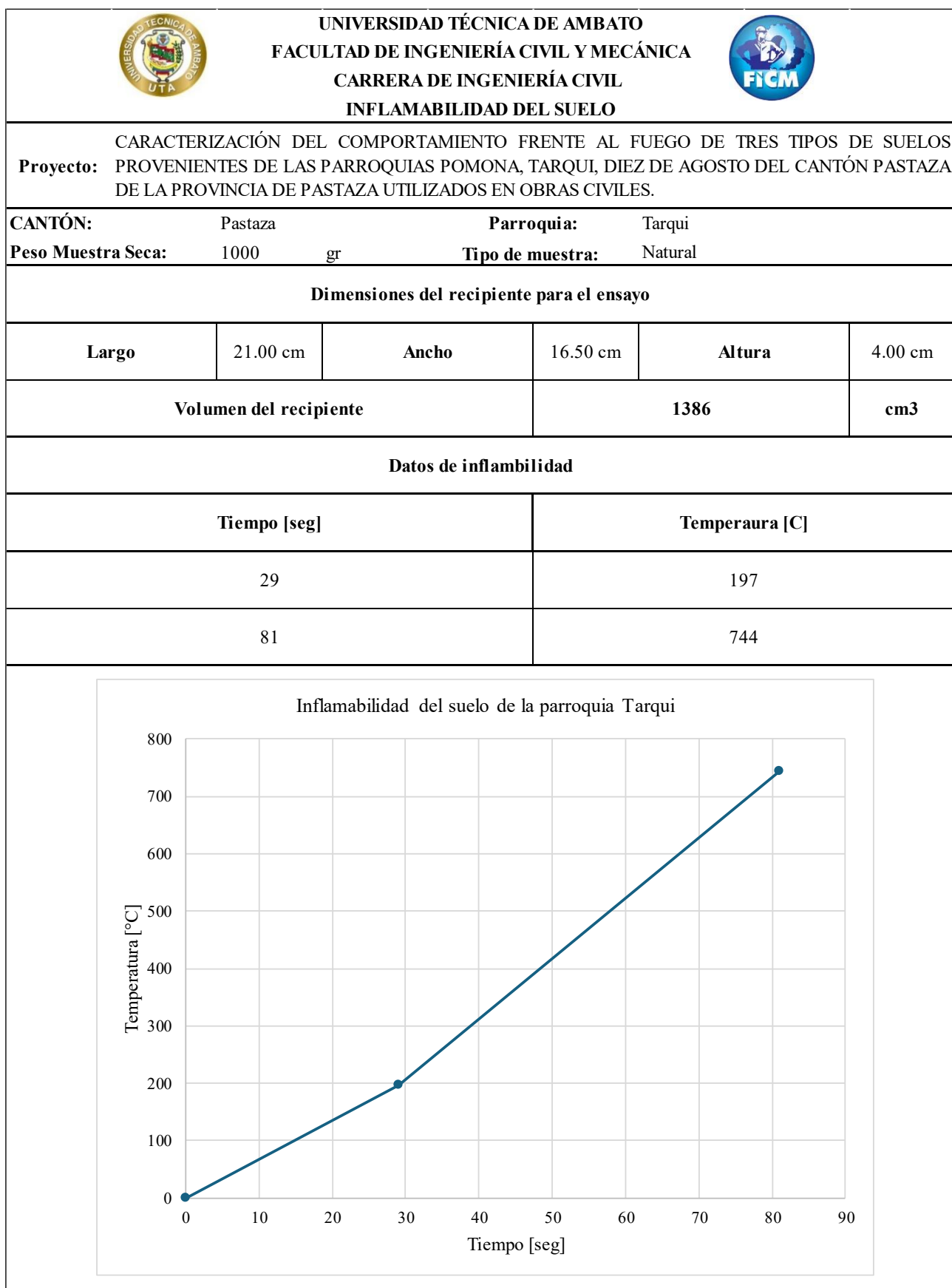
|                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                                                                                                                                                 |                        |                                                                                     |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                                                                                                                                     |          | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>INFLAMABILIDAD DEL SUELO</b> |                        |  |         |
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES. |          |                                                                                                                                                                 |                        |                                                                                     |         |
| <b>CANTÓN:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                               |          | <b>Parroquia:</b> Diez de Agosto                                                                                                                                |                        |                                                                                     |         |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 gr                                                                                                                                                                                                    |          | <b>Tipo de muestra:</b> Natural                                                                                                                                 |                        |                                                                                     |         |
| <b>Dimensiones del recipiente para el ensayo</b>                                                                                                                                                                                     |          |                                                                                                                                                                 |                        |                                                                                     |         |
| <b>Largo</b>                                                                                                                                                                                                                         | 21.00 cm | <b>Ancho</b>                                                                                                                                                    | 16.50 cm               | <b>Altura</b>                                                                       | 4.00 cm |
| <b>Volumen del recipiente</b>                                                                                                                                                                                                        |          |                                                                                                                                                                 | <b>1386</b>            | <b>cm3</b>                                                                          |         |
| <b>Datos de inflamabilidad</b>                                                                                                                                                                                                       |          |                                                                                                                                                                 |                        |                                                                                     |         |
| <b>Tiempo [seg]</b>                                                                                                                                                                                                                  |          |                                                                                                                                                                 | <b>Temperatura [C]</b> |                                                                                     |         |
| 33                                                                                                                                                                                                                                   |          |                                                                                                                                                                 | 172                    |                                                                                     |         |
| 107                                                                                                                                                                                                                                  |          |                                                                                                                                                                 | 763                    |                                                                                     |         |

Inflamabilidad del suelo de la parroquia Diez de Agosto



| Tiempo [seg] | Temperatura [°C] |
|--------------|------------------|
| 0            | 0                |
| 33           | 172              |
| 107          | 763              |

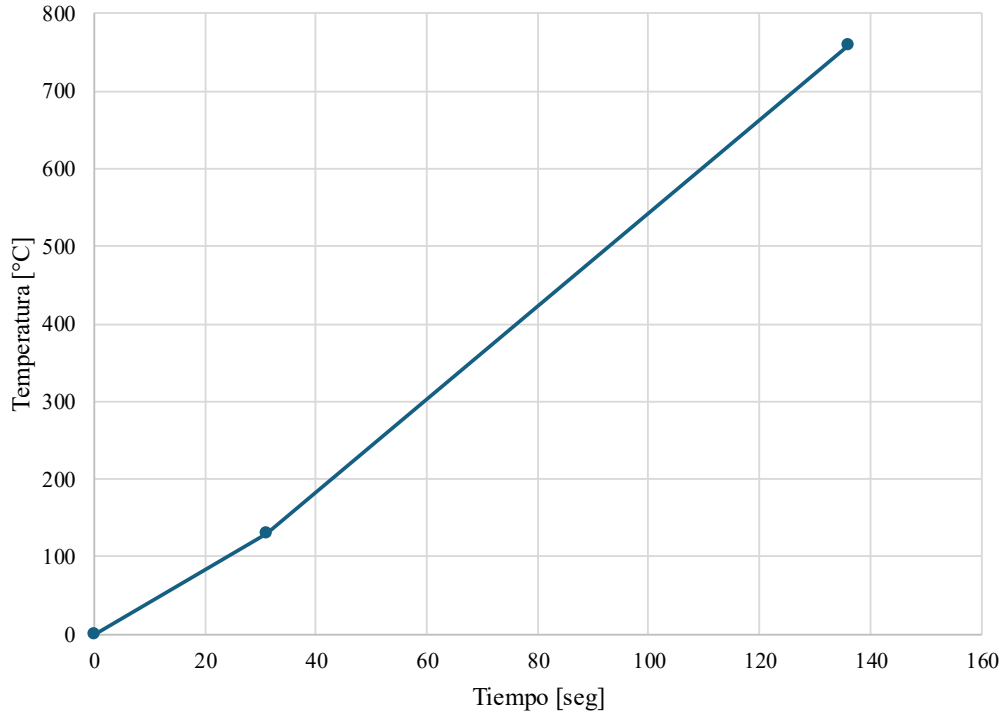
## Anexo 50: Inflamabilidad del suelo de la parroquia Tarqui



## Anexo 51: Inflamabilidad del suelo de la parroquia Pomona

|                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                                                                                                                                                 |                        |                                                                                     |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|                                                                                                                                                     |          | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>INFLAMABILIDAD DEL SUELO</b> |                        |  |            |
| <b>Proyecto:</b> CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TRES TIPOS DE SUELOS PROVENIENTES DE LAS PARROQUIAS POMONA, TARQUI, DIEZ DE AGOSTO DEL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA UTILIZADOS EN OBRAS CIVILES. |          |                                                                                                                                                                 |                        |                                                                                     |            |
| <b>CANTÓN:</b> Pastaza                                                                                                                                                                                                               |          | <b>Parroquia:</b> Pomona                                                                                                                                        |                        |                                                                                     |            |
| <b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 gr                                                                                                                                                                                                    |          | <b>Tipo de muestra:</b> Natural                                                                                                                                 |                        |                                                                                     |            |
| <b>Dimensiones del recipiente para el ensayo</b>                                                                                                                                                                                     |          |                                                                                                                                                                 |                        |                                                                                     |            |
| <b>Largo</b>                                                                                                                                                                                                                         | 21.00 cm | <b>Ancho</b>                                                                                                                                                    | 16.50 cm               | <b>Altura</b>                                                                       | 4.00 cm    |
| <b>Volumen del recipiente</b>                                                                                                                                                                                                        |          |                                                                                                                                                                 | <b>1386</b>            |                                                                                     | <b>cm3</b> |
| <b>Datos de inflamabilidad</b>                                                                                                                                                                                                       |          |                                                                                                                                                                 |                        |                                                                                     |            |
| <b>Tiempo [seg]</b>                                                                                                                                                                                                                  |          |                                                                                                                                                                 | <b>Temperatura [C]</b> |                                                                                     |            |
| 31                                                                                                                                                                                                                                   |          |                                                                                                                                                                 | 129                    |                                                                                     |            |
| 136                                                                                                                                                                                                                                  |          |                                                                                                                                                                 | 758                    |                                                                                     |            |

Inflamabilidad del suelo de la parroquia Pomona



| Tiempo [seg] | Temperatura [°C] |
|--------------|------------------|
| 0            | 0                |
| 31           | 129              |
| 136          | 758              |