

**DESCRIPCION Y CLASIFICACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS
DE LOS MATERIALES IMPLEMENTADOS EN LA CONSTRUCCION DE MUROS EN
TAPIA PISADA, PRESENTES EN LAS EDIFICACIONES DE CARÁCTER
REPUBLICANO, PERTENECIENTES AL CENTRO HISTORICO DE SAN JUAN DE
PASTO.**

**EDUARDO CAMPO PANTOJA
ALVARO ANDRES FERNANDO SUAREZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE ARTES
PROGRAMA DE ARQUITECTURA
SAN JUAN DE PASTO**

2017

**DESCRIPCION Y CLASIFICACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS
DE LOS MATERIALES IMPLEMENTADOS EN LA CONSTRUCCION DE MUROS EN
TAPIA PISADA, PRESENTES EN LAS EDIFICACIONES DE CARÁCTER
REPUBLICANO, PERTENECIENTES AL CENTRO HISTORICO DE SAN JUAN DE
PASTO.**

**EDUARDO CAMPO PANTOJA
ALVARO ANDRES FERNANDO SUAREZ**

**Tesis de grado modalidad Investigación
Para optar al título de: Arquitecto**

**Asesor:
PABLO LONDOÑO BORDA
Arquitecto**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE ARTES
PROGRAMA DE ARQUITECTURA
SAN JUAN DE PASTO**

2017

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Agosto 2017

El presente trabajo de investigación se realiza en el contexto de transformación del centro histórico de la ciudad de San Juan de Pasto, cambio que implica la demolición, transformación de las casonas símbolo de los hechos pretéritos, las costumbres, la manera particular de sentir y pensar del ser pastuso; las edificaciones sometidas a intereses, voluntades y saberes están expectantes al proceder de quienes tienen la responsabilidad de mantenerlas como antecedentes históricos.

La Universidad de Nariño y el Departamento de Arquitectura han propiciado el espacio para reflexionar sobre un tema interesante que trasciende de la simple recopilación de procesos constructivos tradicionales a un estudio de las propiedades de la tierra como material fundamental de la construcción de obras patrimoniales.

Los gestores del presente trabajo deseamos agradecer a los docentes y compañeros estudiantes del programa de arquitectura que han contribuido en el desarrollo de este trabajo de investigación.

También queremos manifestar nuestro agradecimiento al director del proyecto Arquitecto Pablo Londoño Borda, al maestro de obra Luis Antonio Sinsajoa, al coordinador de laboratorio de suelos Gustavo Ponce..... Y al equipo de trabajo que adelanta obras de restauración bajo la dirección del maestro Eduardo Pantoja;

Sus orientaciones, recomendaciones permitieron direccionar el proyecto al objetivo de estudiar e identificar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la construcción de los muros en tapia pisada, presentes en las edificaciones de carácter Republicano, pertenecientes al Centro Histórico de San Juan de Pasto.

EDUARDO CAMPO PANTOJA

ALVARO ANDRES FERNANDO SUAREZ

DESCRIPCION Y CLASIFICACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS MATERIALES IMPLEMENTADOS EN LA CONSTRUCCION DE MUROS EN TAPIA PISADA, PRESENTES EN LAS EDIFICACIONES DE CARÁCTER REPUBLICANO, PERTENECIENTES AL CENTRO HISTORICO DE SAN JUAN DE PASTO.

AUTORES:

EDUARDO CAMPO PANTOJA

ALVARO ANDRES FERNANDO SUAREZ

RESUMEN:

Los muros en tapia pisada representan un sistema constructivo empleado desde la antigüedad, en estos días aún siguen siendo una de las herramientas de trabajo de manera empírica, que es factible dadas sus connotaciones en cuanto al manejo ambiental. Este proyecto se basa en la descripción y clasificación de materiales empleados en la construcción de muros en tapia pisada de tres edificaciones de tipo Republicano, ubicadas en el Centro Histórico de San Juan de Pasto, las cuales son: La casa Guerrero, la casa de la antigua Alcaldía, y la Casa de la carrera 26 con calle 17 esq.

Se hicieron ensayos de laboratorio a muestras tomadas de dichas edificaciones con el objeto de conocer el comportamiento del suelo de sus muros ante diversas pruebas tales como: granulometría, límite líquido y plástico, proctor modificado, compresión simple y análisis granulométrico por hidrómetro. De la misma manera se hicieron mejoras de suelo para aumentar su resistencia a la compresión simple.

Esto con el objeto de hacer un análisis comparativo con la normativa emitida por la NSR-10. Por el hecho de tratarse de un método de construcción ancestral y por ende empírico, los resultados obtenidos y las conclusiones generadas no son necesariamente un estándar para todo tipo de suelo, ya que el mismo posee características diferentes de acuerdo a su región, localización, clima, etc.

En este trabajo se pudo constatar que existen diferencias marcadas entre los suelos de las diferentes edificaciones. Los resultados de las pruebas nos mostraron que dependiendo del tipo de suelo, la resistencia a la compresión simple mejora, esto depende de la dosificación con la que se prepara la mezcla para mejoramiento de suelos. El suelo que ofrece mayor resistencia a la compresión es el empleado en la construcción de la Casa Guerrero, su composición granulométrica se caracteriza por ser una mezcla de arenas, gravas y materiales finos que hacen que se clasifique en el grupo SP en la tabla de clasificación de suelos con base en el SUCS.

**DESCRIPTION AND CLASSIFICATION OF PHYSICAL PROPERTIES AND
MECHANICS OF MATERIALS IMPLEMENTED IN THE CONSTRUCTION
OF WALLS IN TAPIA PISADA, PRESENT IN THE BUILDINGS OF
REPUBLICAN CHARACTER, BELONGING TO THE HISTORICAL CENTER OF
SAN JUAN DE PASTO.**

AUTHORS:

EDUARDO CAMPO PANTOJA

ALVARO ANDRES FERNANDO SUAREZ

ABSTRACT:

The walls in muddy wall represent a constructive system used since the antiquity, in these days still they are still one of the tools of work of empirical way, that is feasible given its connotations in the environmental management. This project is based on the description and classification of materials used in the construction of walls in stepped wall of three buildings of republican type, located in the Historic Center of San Juan de Pasto, which are: The house Guerrero, the house of the Former Mayoralty, and the House of the 26th race with 17th street esq.

Laboratory tests were done on samples taken from these buildings in order to know the behavior of the floor of their walls before various tests such as: granulometry, liquid and plastic limit, modified proctor, simple compression and granulometric analysis by hydrometer. Soil improvements were made to increase their resistance to simple compression.

This in order to make a comparative analysis with the regulations issued by the NSR-10. Due to the fact that it is an ancestral and therefore empirical construction method, the results obtained and the conclusions generated are not necessarily a standard for all types of soil, since it has different characteristics according to its region, location, climate, etc.

In this work it was observed that there are marked differences between the soils of the different buildings. The results of the tests showed that depending on the type of soil, the resistance to simple compression improves, this depends on the dosage with which the mixture is prepared for soil improvement. The soil that offers greater resistance to compression is the one used in the construction of the Casa Guerrero, its granulometric composition is characterized by a mixture of sand, gravel and fine materials that make it classified in the SP group in the classification table Of soils based on the SUCS.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	3
1. TEMA	5
1.1 TITULO DEL PROYECTO	5
1.2 ANTECEDENTES	5
1.3 HIPOTESIS	7
2. SUSTENTACION, PERTINENCIA, IMPORTANCIA Y NECESIDAD DE REALIZACION DEL PROYECTO	8
3. OBJETIVOS	10
3.1 OBJETIVO GENERAL	10
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
4. METODOLOGIA	12
5. PLAN DE PROYECCION E IMPACTO	13
6. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE EDIFICACIONES	15
6.1 CRITERIO HISTORICO	15
6.2 CRITERIO TECNICO	15
6.3 CRITERIO ESTETICO	15

6.4	CONCLUSION DE LOS CRITERIOS	16
7.	EDIFICACIONES SELECCIONADAS	17
7.1	CASA GUERRERO	17
7.2	CASA ANTIGUA ALCALDIA	18
7.3	CASA CALLE 17 CON CRA 26 ESQ.	19
8.	LA ESTRUCTURA MURARIA	20
8.1	CONCEPTO	20
8.2	ANTECEDENTES	20
8.3	EL CIMIENTO	20
8.4	EL MURO EN TIERRA	20
8.5	LA MADERA	21
9.	PRUEBAS DE LABORATORIO	22
9.1	PRUEBAS PARA LA PIEDRA NATURAL	22
9.2	PRUEBAS PARA EL SUELO APISONADO	22
9.3	PRUEBAS PARA LA MADERA	23
10.	PROPIEDADES FISICAS FUNDAMENTALES DEL SUELO	25
10.1	TEXTURA DEL SUELO	25
10.2	ESTRUCTURA DEL SUELO	26

10.3	EL COLOR DEL SUELO	27
10.4	PERMEABILIDAD DEL SUELO	27
10.5	POROSIDAD DEL SUELO	28
10.6	CONSISTENCIA DEL SUELO	29
11.	PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO	30
11.1	CONSOLIDACION DEL SUELO	30
11.2	CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO	30
11.3	RESISTENCIA AL CORTE DEL SUELO	30
11.4	PERMEABILIDAD Y FILTRACIONES DEL SUELO	31
11.5	DESARROLLO DE LA ETAPA DE INVESTIGACION	32
12.	PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO	33
12.1	ENSAYO DE GRANULOMETRIA	33
12.2	ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLASTICO	34
12.3	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	34
12.4	ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE	35
12.5	ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRO	36
13.	LOS SUELOS, NORMA TECNICA COLOMBIANA N.T.C	
	4630 DE 046/12	37
13.1	TOMA DE MUESTRAS DE SUELO	37

13.2	CONDICIONES ANALITICAS	37
14.	PRUEBAS DE LABORATORIO A MUESTRAS DE EDIFICACIONES SELECCIONADAS	38
14.1.1	ENSAYO DE GRANULOMETRIA CASA GUERRERO	38
14.1.2	ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLASTICO CASA GUERRERO	40
14.1.3	ensayo de proctor modificado casa guerrero	42
14.1.4	ensayo de compresion simple casa guerrero	44
14.1.5	ensayo granulometrico por hidrometro Casa guerrero	46
14.2.1	ensayo de granulometria casa a. Alcaldia	48
14.2.2	ensayo de limite líquido y plastico casa A. Alcaldia	50
14.2.3	ensayo de proctor modificado casa a. Alcaldia	52
14.2.4	ensayo de compresion simple casa a. Alcaldia	54
14.2.5	ensayo granulometrico por hidrometro Casa a. Alcaldia	56
14.3.1	ensayo de granulometria casa cll 17 con Cra 26 esq.	58
14.3.2	ensayo de limite líquido y plastico casa cll 17 con cra 26 esq.	60

14.3.3 ensayo de proctor modificado casa calle	
17 con cra 26 esq.	62
14.3.4 ensayo de compresion simple casa calle 17	
Con cra 26 esq.	64
14.3.5 ensayo granulometrico por hidrometro	
Casa calle 17 con cra 26 esq.	66
14.4 sintesis de pruebas de laboratorio	
A muestras de edificaciones seleccionadas	68
14.4.1 sintesis de pruebas casa guerrero	68
14.4.2 sintesis de pruebas casa a. Alcala	70
14.4.3 sintesis de pruebas casa calle 17 con	
Cra 26 esq.	72
15. CORRELACION DE RESULTADOS A PRUEBAS DE	
LABORATORIO, EDIFICACIONES SELECCIONADAS	74
15.1 COMPARATIVO GRANULOMETRIA	74
15.2 COMPARATIVO COMPRESION SIMPLE	76
15.3 COMPARATIVO PROCTOR MODIFICADO	77

16. CANTERAS DE TIERRA EXISTENTES ACTUALMENTE EN SAN JUAN DE PASTO	78
16.1 LOCALIZACION	78
16.2. OBTENCION DE MUESTRAS EN CANTERAS	79
16.3 PRUEBAS DE LABORATORIO A MUESTRAS DE SUELO DE LAS CANTERAS: COMINAGRO, ROSAPAMBA, ARMENIA	80
16.3.1 ensayo de granulometria cantera cominagro	80
16.3.2 ensayo de limites cantera cominagro	82
16.3.3 ensayo de proctor modificado cantera cominagro	84
16.4.1 ensayo de granulometria cantera rosapamba	86
16.4.2 ensayo de limites cantera rosapamba	88
16.4.3 ensayo de proctor modificado cantera rosapamba	90
16.5.1 ensayo de granulometria cantera armenia	92
16.5.2 ensayo de limites cantera armenia	94
16.5.3 ensayo de proctor modificado cantera armenia	96
16.6 sintesis de pruebas de laboratorio a Muestras de canteras	98
16.6.1 sintesis de pruebas cantera cominagro	98

16.6.2	síntesis de pruebas cantera rosapamba	99
16.6.3	síntesis de pruebas cantera armenia	100
17.	PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE A MUESTRAS CON SUELO MEJORADO	101
17.1	ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE	101
17.2	SINTESIS ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE MUESTRAS CON SUELO MEJORADO	103
18.	CRITERIOS NORMATIVOS	104
18.1	CONCEPTO NORMA NSR-10, TITULO E, CAPITULO E.3.2.1 UNIDADES DE MAMPOSTERIA	104
18.1.1	MUROS EN SUELO APISONADO	104
18.2	CONCEPTO NORMA NSR-10, TITULO E, CAPITULO E.3.2.1 UNIDADES DE MAMPOSTERIA	105
18.2.1	MUROS EN SUELO APISONADO	106
18.3	CONCEPTO NORMA NSR-10, TITULO E, CAPITULO E.3.2.1 UNIDADES DE MAMPOSTERIA	108
18.3.1	Muros en suelo apisonado	109
18.4	CONCEPTO NORMA NSR-10, TITULO E, CAPITULO E.3.2.1 UNIDADES DE MAMPOSTERIA	110
18.4.1	Muros en suelo apisonado	110

19.	CONCLUSIONES GENERALES DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO A EDIFICACIONES SELECCIONADAS Y A MUESTRAS DE CANTERAS	112
20.	RECOMENDACIONES	114
20.1	OBTENCION DEL MATERIAL	114
20.2	DETERMINACION EN EL LABORATORIO	114
20.3	PROCESO DE MEZCLADO EN OBRA	115
20.4	PROCESO CONSTRUCTIVO EN OBRA	117
20.5	SISTEMAS BASICOS DE ESTABILIZACION DEL SUELO	119
21.	BIBLIOGRAFIA	122

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados granulometría Casa Guerrero	39
Tabla 2. Resultados límites Casa Guerrero	41
Tabla 3. Resultados proctor Casa Guerrero	43
Tabla 4. Resultados compresión simple Casa Guerrero	45
Tabla 5. Resultados hidrómetro Casa Guerrero	47
Tabla 6. Resultados granulometría Casa antigua Alcaldía	49
Tabla 7. Resultados límites Casa antigua Alcaldía	51
Tabla 8. Resultados proctor Casa antigua Alcaldía	53
Tabla 9. Resultados compresión simple Casa antigua Alcaldía	55
Tabla 10. Resultados hidrómetro Casa antigua Alcaldía	57
Tabla 12. Resultados granulometría Casa calle 17 con cra 26 esq.	59

Tabla 13. Resultados límites Casa calle 17 con cra 26 esq.	61
Tabla 14. Resultados proctor Casa calle 17 con cra 26 esq.	63
Tabla 15. Resultados compresión Casa calle 17 con cra 26 esq.	65
Tabla 16. Resultados hidrómetro Casa calle 17 con cra 26 esq.	67
Tabla 17. Cuadro comparativo granulometría, edificaciones estudio	74
Tabla 18. Comparativo de pruebas edificaciones estudio	75
Tabla 19. Comparativo compresión simple, edificaciones estudio	76
Tabla 20. Comparativo proctor modificado, edificaciones estudio	77
Tabla 21. Resultados granulometría cantera Cominagro	81
Tabla 22. Resultados límites cantera Cominagro	83
Tabla 23. Resultados proctor modificado cantera Cominagro	85
Tabla 24. Resultados granulometría cantera Rosapamba	87
Tabla 25. Resultados límites cantera Cominagro	89
Tabla 26. Resultados proctor modificado cantera Cominagro	91

Tabla 27. Resultados granulometría cantera Armenia	93
Tabla 28. Resultados límites cantera Armenia	95
Tabla 29. Resultados proctor modificado cantera Armenia	97
Tabla 30. Resultados ensayo de compresión simple a muestras con suelo mejorado	102

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso de granulometría Casa Guerrero	38
Figura 2. Proceso de límites Casa Guerrero	40
Figura 3. Proceso de proctor modificado Casa Guerrero	42
Figura 4. Proceso de compresión simple casa Guerrero	44
Figura 5. Proceso de hidrómetro Casa Guerrero	46
Figura 6. Proceso de granulometría Casa antigua Alcaldía	48
Figura 7. Proceso de límites Casa antigua Alcaldía	50
Figura 8. Proceso de proctor modificado Casa antigua Alcaldía	52
Figura 9. Proceso compresión simple Casa antigua Alcaldía	54
Figura 10. Proceso de hidrómetro Casa antigua Alcaldía	56
Figura 11. Proceso de granulometría Casa calle 17 Con cra 26 esq.	58
Figura 12. Proceso de límites Casa calle 17 Con cra 26 esq.	60
Figura 13. Proceso de proctor modificado Casa Calle 17 con cra 26 esq.	62

Figura 14. Proceso compresión simple Casa calle 17 Con cra 26 esq.	64
Figura 15. Proceso de hidrómetro Casa calle 17 Con cra 26 esq.	66
Figura 16. Localización canteras, San Juan de Pasto	78
Figura 17. Obtención de muestras en canteras	79
Figura 18. Proceso granulometría cantera Cominagro	80
Figura 19. Proceso de límites cantera Cominagro	82
Figura 20. Proceso de proctor modificado cantera Cominagro	84
Figura 21. Proceso granulometría cantera Rosapamba	86
Figura 22. Proceso de límites cantera Rosapamba	88
Figura 23. Proceso de proctor modificado cantera Rosapamba	90
Figura 24. Proceso granulometría cantera Armenia	92
Figura 25. Proceso de límites cantera Armenia	94
Figura 26. Proceso de proctor modificado cantera Armenia	96
Figura 27. Proceso de elaboración de muestras de suelo Aplonado	101
Figura 28. Especificaciones de muro en mampostería NSR-10	104

Figura 29. Proporción y resistencia del muro en suelo Apisonado	105
Figura 30. Especificaciones de muro en mampostería NSR-10	106
Figura 31. Características del muro en suelo apisonado	107
Figura 32. Especificaciones de muro en mampostería NSR-10	108
Figura 33. Características del muro en suelo apisonado	109
Figura 34. Especificaciones de muro en mampostería NSR-10	110
Figura 35. Características del muro en suelo apisonado	111
Figura 36. Proceso de humedecido del suelo en obra	115
Figura 37. Proceso constructivo del muro en suelo Apisonado	117
Figura 38. Sistemas básicos de estabilización del suelo	120
Figura 39. Sistemas básicos de estabilización del suelo	121

INTRODUCCIÓN

En todo grupo humano, la vivienda se constituye en un vínculo de cohesión, agrupación entre sus miembros, en instrumento de desarrollo y subsistencia de la misma sociedad. Dentro de ésta, las edificaciones, con sus formas y variedad, se nos ofrecen, no solo como un simple espacio para la ocupación del hombre, sino como una herramienta poderosa que tenemos los hombres para conocer y aprender de una época de desarrollo social, es decir no son una simple representación simbólica, puesto que son la expresión de las necesidades, experiencias, capacidad creativa; el ímpetu artístico y tecnológico de la época.

Las edificaciones, motivo del presente trabajo, pusieron a prueba la capacidad de sus líderes para integrar a la comunidad, en torno al trabajo de formar sus pueblos, proveer una estructura para la vida presente y futura con recursos materiales y humanos, existentes en la región. Hoy en día nos recuerdan el pasado de nuestras familias, comunidades, pueblos, nación, toda la humanidad, el pasado sobre el cual se ha construido el presente y forja el futuro en un proceso de continuidad histórica.

Las construcciones tema de estudio reflejan las costumbres, la manera particular de sentir y pesar de sus habitantes, son de gran valor social, cultural y arquitectónico. Las edificaciones como parte esencial del patrimonio construido, junto con otras manifestaciones artísticas y estéticas, guardan la memoria colectiva de los pueblos, sin lo cual no es posible el desarrollo de la dinámica y comprensión de la historia.

Miradas así, las edificaciones se constituyen en el hecho arquitectónico que hay que conservar y enriquecer, por lo tanto, su permanencia en el tiempo nos exige trascender del marco jurídico y exagerado trabajo teórico hacia una etapa técnica que busque nuevos y mejores métodos, caminos para solucionar los problemas de deterioro paulatino y su destrucción definitiva.

En esta perspectiva se inscribe el presente trabajo de investigación que pretende hacer un estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la construcción de muros en tapia pisada, presentes en las edificaciones de carácter Republicano, pertenecientes al centro histórico de San

Juan de Pasto, para plantear opciones que eviten el deterioro de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales con que se construyeron los muros tema de estudio, mejorar los métodos de trabajo, empleados en el proceso constructivo de bloques en tapia pisada; proponer acciones de intervención ajustadas a la normativa establecida en la Ley 11584 y otras normas reglamentarias, en lo concerniente a los niveles de restauración, recuperación, primeros auxilios, reforzamiento estructural, rehabilitación o adecuación funcional y consolidación.

1. TEMA

Describir y clasificar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales implementados en la construcción de muros en tapia pisada, presentes en las edificaciones de carácter Republicano, pertenecientes al centro histórico de San Juan de Pasto.

1.1 TITULO DEL PROYECTO

Descripción y clasificación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales implementados en la construcción de muros en tapia pisada, presentes en las edificaciones de carácter Republicano, pertenecientes al centro histórico de San Juan de Pasto.

1.2 ANTECEDENTES

Sobre el presente tema, la información se encuentra dispersa en archivos, bibliotecas, hemerotecas y la comunidad. No se cuenta con estudios de investigación que recojan información sobre las propiedades físicas y mecánicas y mucho menos sobre el comportamiento noble y leal de los materiales ancestrales implementados en la construcción de muros con el sistema de la tapia pisada, presentes en las edificaciones de carácter republicano, pertenecientes al centro histórico de San Juan de Pasto.

Las edificaciones destinadas a vivienda, las construcciones erigidas para albergar el centro decisorio de orden jurídico que representa “la democracia” están expectantes para que se aborden estudios coherentes y sistemáticos de cómo se concibió el diseño, tecnología y su construcción.

El presente trabajo de investigación está centrado en el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la construcción de muros en tapia pisada, presentes en las edificaciones de carácter Republicano, pertenecientes al centro histórico de San Juan de Pasto.

Las edificaciones antiguas que hacen parte del centro histórico atestiguan como sus creadores, debieron utilizar materiales con propiedades y características especiales, conjugar técnicas, para dentro de un marco cultural dejar un recuerdo de su existencia.

Cuando se menciona que se dio una conjugación de técnicas, se trata de resaltar como nuestro pueblo aportó con unos principios técnicos en cuanto al manejo de

espacios y materiales, al ímpetu e intensidad creativa de los españoles para inventar formas físicas que representen su cultura en tierras desconocidas.

Las actividades preliminares que se han adelantado, permiten detectar que se están implementando técnicas de construcción que atentan contra las características físicas de las edificaciones, se utilizan materiales no compatibles con los materiales empleados en la formación para nuestro caso de los muros trabajados con el sistema de tapia pisada, con criterio simplista se recubren los muros con sistemas constructivos contemporáneos con el objeto de “mejorar su comportamiento estructural” y poner a tono la edificación con una normativa justificada y aplicable a otras técnicas constructivas.

Hemos encontrado conceptos, actitudes que desconocen la riqueza cultural, histórica que guardan las edificaciones, el afán utilitario y de uso lleva a implementar sistemas que desestabilizan la edificación, hace que se generen fallas estructurales que justifican la declaratoria de ruina y sin justificar su demolición.

1.1 HIPOTESIS

Por medio de la evaluación técnica de los muros trabajados con el sistema de tapia pisada, la identificación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados, se podrán presentar mediante la combinación juiciosa de los materiales, procesos, sistemas constructivos de la época con los recursos proporcionados por la técnica moderna, unas alternativas técnicas de construcción tendientes a mejorar, preservar lo construido y aplicar en los nuevos espacios de la arquitectura moderna.

2. SUSTENTACIÓN, PERTINENCIA, IMPORTANCIA Y NECESIDAD DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO

La relación sector económico - hombre unido a las vivencias diarias, costumbres, manera particular de sentir, pesar y relación con el ambiente, son factores determinantes para que la organización y diseño de vivienda proporcione unos espacios mínimos donde estas actividades cotidianas puedan desarrollarse.

El hecho arquitectónico que dio origen al centro urbano de nuestra ciudad debió ajustarse a la realidad social, económica de la época. El espacio, los recursos materiales y humanos manejados con gracia y talento, tenían que producir unas formas representativas del momento. La misión del constructor no se limita al simple empleo de los materiales, sino a sacarle el máximo partido a la disposición natural del lugar y su traza urbana para trabajar sobre ella las edificaciones.

La recuperación de las antiguas técnicas de construcción, el realizar estudios de sus materiales y para el caso que nos ocupa describir y clasificar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la construcción de muros en tapia pisada, presentes en las edificaciones de carácter Republicano, pertenecientes al centro histórico de San Juan de Pasto, es de vital importancia para definir estrategias a seguir en el propósito de preservar el patrimonio histórico, arquitectónico de nuestra ciudad.

Para el logro de la permanencia en el tiempo de este tipo de edificaciones se requiere además de dictar medidas sobre la defensa y conservación, realizar un análisis de los procedimientos de trabajo y materiales con sus propiedades físicas y mecánicas, ejecutar tareas de tipo investigativo que permitan plantear unas alternativas de solución a las fallas que se presenten en los muros trabajados con el sistema de suelo apisonado y otros elementos que le dan cuerpo a la edificación.

La recopilación de la información, investigación y documentación proporcionará ideas básicas para el tratamiento correcto de los materiales empleados en la construcción del sistema murario de las edificaciones tipo Republicano pertenecientes al centro histórico de San Juan de Pasto, brindará las herramientas necesarias restituir, consolidar, recuperar este elemento importante que participa

en la conformación física de las edificaciones del centro histórico, el inventario que se realice sobre los materiales, sus propiedades físicas, es de vital importancia para la salvaguarda y protección de nuestra herencia arquitectónica y servirá a quienes estamos vinculados a la actividad de la construcción (Arquitectos, Ingenieros, Tecnólogos, en construcción, Maestros de obra, oficiales y Constructores) como medio para realizar intervenciones ajustadas a la normativa registrada en la ley 11854 y otros decretos reglamentarios, e implementar acciones con base a parámetros propios y válidos para los materiales y sistemas constructivos empleados para formar físicamente los muros que delimitan la espacialidad de las edificaciones.

El presente proyecto se realiza con el objeto de proporcionar una herramienta de uso práctico para que las intervenciones adelantadas en el sistema murario no causen alteraciones que desestabilicen ni conviertan los inmuebles declarados, reconocidos como patrimonio arquitectónico, en trampas mortales. Los cambios arquitectónicos que con el objeto de poner a tono con el momento económico en que vivimos, hacen que se practiquen reformas sustanciales en la estructura y distribución de muros en suelo apisonado (tapia) sin comprender su materialidad y las características físicas y mecánicas.

La afición excesiva al modernismo ha hecho que se proyecten aberturas con el propósito de incrustar tuberías que solucionaran a nivel funcional el sistema hidro sanitario, eléctrico, tv cable; se hacen perforaciones con el objeto de incrustar elementos “para consolidar estructuralmente”, este hecho afecta el grosor de lo paredones, causando el debilitamiento de la estructura muraria y desconoce que su diseño y grosor original responde a una realidad sísmica.

A las concepciones constructivas mal concebidas, que afectan nuestro patrimonio se contraponen este proyecto de investigación que recogerá la información en lo concerniente a las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la construcción de muros en tapia pisada.

Describir y clasificar los materiales según las propiedades físicas y mecánicas presentes en los sistemas y procedimientos técnicos empleados en la construcción de las edificaciones (antiguas), pertenecientes al centro histórico de San Juan de Pasto, plantear acciones de intervención, bajo resultados de laboratorio y según normas reglamentarias emitidas para obras de carácter patrimonial.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Describir y clasificar los materiales según las propiedades físicas y mecánicas presentes en los sistemas y procedimientos técnicos empleados en la construcción de las edificaciones (antiguas), pertenecientes al Centro Histórico de San Juan de Pasto.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un proceso de selección de las edificaciones de carácter Republicano localizadas en el centro Histórico de San Juan de Pasto, con el fin de llevar a cabo el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados para la construcción de muros en tapia pisada.
- Interpretar los componentes básicos que conforman la estructura muraria, de las edificaciones de carácter Republicano, pertenecientes al Centro Histórico de San Juan de Pasto.
- Describir las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados para formar físicamente los elementos que componen el muro de tapia pisada.
- Hacer las correspondientes pruebas de laboratorio a muestras obtenidas de las edificaciones seleccionadas, con el objeto de describir y clasificar las propiedades físicas y mecánicas que presenta el suelo.
- Redactar un documento técnico en lo correspondiente a las propiedades físicas y mecánicas de los materiales implementados en las obras (antiguas) que hacen parte del Centro Histórico de San Juan de Pasto.

4. METODOLOGIA

1. ETAPA DE DOCUMENTACION

1.1 PRELIMINARES

2. TRABAJO DE ARCHIVO

2.1 REGISTRO DE INFORMACION EN ARCHIVOS NOTARIALES

2.2 RECOPIACION E INFORMACION BASADA EN DOCUMENTOS ANTIGUOS HISTORICOS

3. TESTIMONIO ORAL

3.1 REALIZACION DE ENTREVISTAS

3.2 CONVERSATORIOS SOBRE EL TEMA DE ESTUDIO

4. TRABAJO DE CAMPO

4.1 VISITA, OBSERVACION Y ESTUDIO DE EDIFICACIONES

4.1.1 RECOLECCION DE DATOS, PREVIAMENTE DEFINIDOS DE INTERES PARA LA INVESTIGACION

4.2 SEGUIMIENTO A PROCESOS CONSTRUCTIVOS

4.2.1 PROCESOS CONSTRUCTIVOS: ADECUACION, ACCIONES DE PRESERVACION, ACCIONES DE CONSERVACION, ACCIONES DE CONSOLIDACION PARCIAL, ESTRUCTURAL Y FORMAL.

4.3 SEGUIMIENTOS A PROCESOS DE DEMOLICION

5. PROCESAMIENTO DE DATOS

5.1 REVISION DETALLADA DE LOS DATOS OBTENIDOS

5.2 ORDEN Y CLASIFICACION DE LOS DATOS OBTENIDOS, DE TAL MANERA QUE NOS PERMITAN HACER UNA INSPECCION SISTEMATICA Y PROFUNDA DE LOS MISMOS.

6. TRABAJO DE ANALISIS E INTERPRETACION

7. SINTESIS E INTERPRETACION FINAL DE DATOS

8. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION

9. REDACCION DEL INFORME FINAL

5. PLAN DE PROYECCIÓN E IMPACTO

Con el presente trabajo tendremos recopilada la información básica en lo correspondiente a las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la construcción de muros en tapia pisada, presentes en las edificaciones de carácter Republicano, pertenecientes al Centro Histórico de San Juan de Pasto, dicha información podrá ser utilizada en los niveles de intervención establecidos en la ley 11584 y otras normas reglamentarias, en lo concerniente a los niveles de restauración, recuperación, primeros auxilios, reforzamiento estructural, rehabilitación o adecuación funcional y consolidación.

La información obtenida también podrá ser utilizada en la realización de diagnósticos, evaluación del estado del componente murario de las edificaciones tema de estudio, búsqueda de los más eficientes métodos que logren disminuir el tiempo requerido para ejecutar las actividades de construcción de los muros en tapia pisada. El banco de información podrá ser empleado en la búsqueda de posibilidades que permitan adaptar los materiales, recursos de nuestra época con los procesos constructivos, materiales de la época en que se proyectaron y construyeron las edificaciones tema de estudio.

Los conocimientos adquiridos sobre las propiedades físicas y mecánicas de los materiales de los materiales que intervienen en la construcción de los muros en tapia pisada permitirán aplicar procedimientos de construcción de óptima calidad, ajustados al respeto de los procedimientos aplicados al conjunto de la edificación.

Las instituciones estatales y propietarios de este tipo de bien inmueble que quieran adelantar cualquier tipo de intervención tendiente a conservar, preservar; incluido a aquellos tipos de reformas locativas que buscan satisfacer sus requerimientos y aspiraciones económicas, tendrán una información que les permitirá ejecutar dichas actividades con respeto al orden de relación existente entre los elementos, materiales de construcción, formas, colores que le dan cuerpo a la edificación a sí mismo se podrá lograr que los nuevos materiales, técnicas de construcción, se adapten a las dimensiones, características de los materiales utilizados en cada elemento de obra.

Con el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que le dan cuerpo a la mampostería de tapia pisada se logrará que toda intervención en la edificación en especial a los muros que delimitan sus espacios, se haga con la aplicación de medidas técnicas que respeten la armonía de las partes antiguas y auténticas.

Con el proyecto se busca un cambio de actitud que va desde las instituciones, propietarios y personas que prestan sus servicios en las diferentes áreas de la construcción, frente a las obras patrimoniales; como grupo investigativo propendemos que los tipos de intervención mal concebidos, la falta de mantenimiento de los inmuebles, las reformas arbitrarias, no sigan ganando espacio y que el propósito de mantener y preservar el patrimonio cultural que poseemos siga en pie y sean el referente para impulsar los nuevos procesos de construcción de ciudad.

6. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE EDIFICACIONES

6.1 CRITERIO HISTORICO:

Para la selección de edificaciones se han tenido en cuenta las tres etapas más importantes de construcción de la ciudad.

Transición de la Colonia a la Republica: Entre 1564 y 1740 la ciudad colonial alcanza un cierto grado de consolidación. Entre 1740 y 1824 se considera la fecha de la consolidación del triunfo republicano en Pasto.

Creación del departamento de Nariño: Año 1904, la construcción del edificio de la Gobernación, entre los años 1910 y 1929.

Consolidación de la Arquitectura Republicana: Año 1930, se destacan las siguientes obras: Colegio San Francisco Javier, Templo de San Andrés, Pasaje Corazón de Jesús, Teatro imperial, Templo Cristo Rey.

6.2 CRITERIO TECNICO:

En las edificaciones antiguas que hacen parte del centro histórico de San Juan de Pasto, se implementó la técnica del barro sin cocer. La cimentación se reduce a una prolongación vertical del trazo del muro.

Se utilizó piedra de bola o canto pegada deficientemente con mortero de cal, cuya resistencia es despreciable. La carga de los muros estuvo supeditada al espesor de éstos.

6.3 CRITERIO ESTETICO:

Las casas y edificios construidos en torno a las manzanas, por lo general eran de uno y dos pisos.

De tapia doble y cubierta en teja de barro cocido, sus pisos ladrillados.

Además muchas casas contenían balcones y ventanas cubiertas con cristales o mamparas de género transparente.

Portada de acceso, zaguán de entrada, patio principal, corredores altos y bajos alrededor del patio, los aposentos (espacios destinados al descanso y la privacidad).

6.4 CONCLUSIONES DE LOS CRITERIOS

CRITERIO HISTORICO: En el proceso del desarrollo social a nivel local se registran acontecimientos importantes: Periodo de transición de la Colonia a la República (periodo 1564 a 1740), consolidación del triunfo Republicano en Pasto (periodo años 1740 a 1824), creación del departamento de Nariño en el año 1904.

Lo cual generó la construcción del edificio de admiración pública (periodo de construcción años 1910 a 1926) implementando otro sistema tecno constructivo, el ladrillo cocido ligado con argamasa de calicanto.

CRITERIO TECNICO: La estructura muraria esta trabajada con bloques de suelo apisonado, la cual se complementa con otro sistema tecno constructivo como adobe y bahareque.

Rigidizada con elementos en madera burda, elementos que son componentes de los entrepisos, cubierta y sistema de umbraladuras (dinteles) en madera de marcos de puertas y ventanas.

CRITERIO ESTETICO: Las casonas se caracterizan por tener como mínimo un patio central alrededor del cual se desarrolla toda la composición de la edificación.

En cuanto a la parte ornamental hace presencia física una sucesión de balcones y ventanas, una portada, todas delimitadas con un sistema de molduras de tipo curvilíneo.

7. EDIFICACIONES SELECCIONADAS

Las edificaciones están localizadas en el departamento de Nariño, municipio de Pasto, sector centro histórico.

Las edificaciones tema de estudio son el componente material de un nuevo orden político, ideológico y cultural instaurado en nuestro territorio.

En las edificaciones predomina el estilo denominado republicano inspirado en la estética europea del siglo XIX, el cual se fue articulado hasta alcanzar su valor patrimonial.

Las edificaciones son de dos pisos construidas con el sistema de tapia y adobe, su cubierta en teja de barro cocido, sus pisos, entrepisos en ladrillo, junto con ornamentación y la proyección de sus balcones; le imprimen la característica propia de la arquitectura republicana.

7.1 CASA GUERRERO

LOCALIZACION: Esta localizada en el departamento de Nariño, municipio de Pasto, sector centro histórico carrera 21A con calle 18 Esq. Su constructor fue Lucindo Espinosa. El periodo de construcción: 1924 a 1929, sus características arquitectónicas corresponden al siglo XIX.

HISTORIA DE LA CASA: La edificación hace parte del conjunto la Merced, por ser construida en el siglo XIX se la clasifica como una casa de tipo Republicano, la cual perteneció inicialmente a la señora Enriqueta de Guerrero, hoy en día sus propietarios son la familia Díaz del Castillo.

Una de las características llamativas es el remate de la portada a manera de frontón, cubierto por un plano de cubierta de forma triangular.

PROCESOS CONSTRUCTIVOS: Esta construida con paredes de tapia y adobe crudo, con techos de teja de barro cocido, empañetada y blanqueada con cal.

La casa cuenta con balcones en voladizo y balcones empotrados sobre la fachada. Cuenta con un Sistema de almohadillado empleado para estructurar la decoración de los muros.

Desde el punto de vista estético en la edificación encontramos la implementación de todas las tipologías de los órdenes clásicos.

7.2 CASA ANTIGUA ALCALDIA

LOCALIZACION: Esta localizada en el departamento de Nariño, municipio de Pasto, sector centro histórico carrera 26 con calle 18 esquina. No. 25 – 59.

La Casa a partir del 27 de febrero de 1868 funciona como sede de la Alcaldía y el Cabildo, el 17 de agosto del año 2001 se realiza la ceremonia de inauguración. Luego de un proceso de restauración como sede de la secretaria municipal de educación y cultura de la ciudad de Pasto.

HISTORIA DE LA CASA: La obra arquitectónica es un espacio sede para el funcionamiento de la dos instituciones básicas, el cabildo y la Alcaldía, lugar donde se llevaron a cabo los acuerdos.

El recinto donde actuó el ayuntamiento o junta de una autoridad civil con los representantes de la comunidad; a partir el año 2001 funciona como sede de la secretaria de educación.

PROCESOS CONSTRUCTIVOS: Esta construida con paredes de tapia y adobe crudo, con techos de teja de barro cocido, empañetada y blanqueada con cal.

La casona cuenta con balcones en voladizo conformados por elementos de soporte en madera identificados como canes. Igualmente cuenta con una plataforma en madera como soporte de molduras, piso en ladrillo cuadrado y una baranda en madera a manera de pasamanos.

Los aleros son una proyección en voladizo de la vertiente o faldón del tejado. Esto evita que el agua lluvia resbale sobre los muros de fachada.

Físicamente corresponde a una expresión volumétrica de gran simplicidad, su volumen se manifiesta en formas más elementales, matizada con la carpintería en madera.

7.3 CASA CALLE 17 CON CRA 26 ESQ.

LOCALIZACION: Esta localizada en el departamento de Nariño, municipio de Pasto, sector centro histórico carrera 26 con calle 17 esquina.

La casa, en el año 1936 vivió la transformación de sus calles empedradas por la proyección del sistema de alcantarillado y servicio de acueducto. Presenció el asomo de la cara feroz del pavimento y su engendro contaminante, el tráfico vehicular.

HISTORIA DE LA CASA: La presente obra arquitectónica hace parte del conjunto de edificaciones producto de la asimilación de normas y procedimientos hispanos.

Dichos procedimientos se acomodaron a las manifestaciones ancestrales americanas en cuanto al uso de materiales de comportamiento noble: suelo, piedra, madera....etc.

PROCESOS CONSTRUCTIVOS: Esta construida con paredes de tapia y adobe crudo, con techos de teja de barro cocido, empañetada y blanqueada con cal. La casa cuenta con balcones en voladizo conformados por elementos de soporte en madera identificados como canes.

Igualmente cuenta con una plataforma en madera como soporte de molduras, piso en ladrillo cuadrado y una baranda en madera a manera de pasamanos. Los aleros son una proyección en voladizo de la vertiente o faldón del tejado. Esto evita que el agua lluvia resbale sobre los muros de fachada.

Físicamente corresponde a una expresión volumétrica de gran simplicidad, su volumen se manifiesta en formas más elementales, matizada con la carpintería en madera.

8. LA ESTRUCTURA MURARIA

8.1 CONCEPTO: Desde nuestra localidad la estructura muraria es el resultado de la combinación de técnicas basadas en la sabiduría ancestral y los conocimientos acumulados durante siglos en cuanto al uso de la tierra como material de construcción.

8.2 COMPONENTES: Base en canto rodado, muros en sistema de suelo apisonado, sistema de tirantes en madera rolliza de entrepisos y cubierta, maderos para el confinamiento de bloques a nivel horizontal, elementos superiores en madera amachimbrada de vanos de puertas y ventanas.

La estabilidad y vulnerabilidad de la estructura muraria está sujeta a la articulación de los diferentes elementos que le dan cuerpo a la edificación.

8.3. EL CIMIENTO, ELEMENTO BASICO EN LA ESTRUCTURA MURARIA

ANTECEDENTES: La corona española en el año 1.510 dicta una ordenanza donde se prescribe que los cimientos se hagan de piedra labrada y lo demás en buena tapiería.

En las obras tema de estudio este concepto no fue aplicado, los cimientos son una prolongación vertical del trazo del muro; con el agravante de que en vez de piedra labrada de sillería se utilizó canto rodado sobrepuesto uno con otro.

La cimentación pobremente concebida es obligada a soportar cargas excesivas. Desde el punto de vista constructivo implementaron la técnica de piedra sobrepuesta.

Generando así un elemento de baja capacidad portante. Al no llevar un material ligante entre las unidades de canto rodado estos son fáciles de desprender a mano. La cimentación en las casas tema de estudio simplemente se reduce a una base de transición entre en terreno y la proyección de los muros.

8.4 EL MURO EN TIERRA DENTRO DE LA ESTRUCTURA MURARIA

Formación – origen: Los suelos se forman a través del fenómeno de intemperismo en las rocas, (cambios que tiene lugar en los minerales y rocas por efectos de la atmosfera).

Intemperismo mecánico: Ruptura de las rocas en fragmentos más pequeños por acción de las fuerzas físicas (expansión y contracción, acción de las heladas, aguas superficiales, vientos, olas de los océanos plantas y exfoliación).

Intemperismo químico: transformación de un material en otro diferente al original, ejemplo el intemperismo químico del feldespato produce arcillas que tiene una composición distinta y características físicas diferentes delos feldespatos originales.

La base conceptual que tiene la tecnología moderna ofrece múltiples posibilidades para la intervención en edificaciones patrimoniales y apropiación de recursos materiales.

8.5 LA MADERA DENTRO DE LA ESTRUCTURA MURARIA

LA MADERA: Es uno de los componentes materiales importantes dentro de la estructura muraria, ésta hace presencia como elemento de confinamiento en la estructura a nivel horizontal, vertical.

Así como también en la parte superior de vanos de puertas, ventanas, como elemento de entre piso y cubierta. La disposición ordenada de cada madero permite distribuir las fuerzas de manera adecuada a los elementos más resistentes.

En conjunto toda la madera que participa en la conformación de las edificaciones cumple la función de refuerzo de los muros e imprimirle resistencia al momento de tensión.

9. PRUEBAS DE LABORATORIO

9.1 PRUEBAS PARA LA PIEDRA NATURAL:

ENSAYO DE COMPRESION: El ensayo tiene como finalidad la determinación de la resistencia a compresión de piedra natural. La resistencia a compresión se define como la relación entre la carga de ruptura y el área de la sección transversal calculada antes del ensayo.

Mediante el uso de unas probetas se hace los ensayos, se procede a medir la probeta con precisión de 0,1 mm y a calcular el área de su sección transversal. Se coloca la probeta en la prensa y se aplica carga a velocidad uniforme de $1 \pm 0,5$ Mpa/s hasta la ruptura.

La realización del ensayo aporta el valor de resistencia del material en función de su orientación; dato básico para evaluar el material y realizar cálculos de resistencia del mismo.

Por regla general el ensayo se lleva a cabo con el eje de la probeta perpendicular a los planos de anisotropía (planos de dirección). Si se requiere un ensayo con una orientación de la carga paralela a los planos de anisotropía, tendrá que prepararse un conjunto de probetas preparadas con esta finalidad.

9.2 PRUEBAS PARA EL SUELO APISONADO:

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA. Su objeto es determinar el porcentaje en peso de los diferentes tamaños de las partículas del suelo y con estos datos construir la curva granulométrica del material.

Se pasa una muestra en seco a través de los diferentes tamices, los cuales se enumeran según las aberturas que tienen por pulgada y se pesa la cantidad de suelo recogida en cada tamiz.

ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO. Se define como la propiedad de un material por la que es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable, sin desmoronarse ni agrietarse.

Un suelo se puede comportar dependiendo del contenido de agua presente en él, como un líquido, un plástico o un sólido.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO. Consiste en determinar la cantidad óptima de agua de un suelo y así permitir un mejor movimiento de partículas, dando una buena compactación para una energía dada.

Esta se realiza en un molde de tamaño dado con un martillo de 54 kg que cae desde una altura de 457 mm. Debido a que la resistencia del suelo depende principalmente de su capacidad y densidad.

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE. Este ensayo consiste en aplicar una carga longitudinal de compresión a una probeta, con condiciones inalteradas, re moldeadas y elaboradas en laboratorio.

Determinar las relaciones esfuerzo - deformación de los suelos, de igual manera conocer su resistencia hasta que se produzca la falla.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDRÓMETRO. Cuando se quiere conocer la distribución de granos de partículas finas, el método de tamizado pierde su alcance.

Para lograr el análisis en rangos de mayor exigencia se emplean los métodos de sedimentación como son el método de la pipeta y el método del hidrómetro. Los dos métodos se basan en la suspensión de las partículas en un medio acuoso hasta lograr su sedimentación.

9.3 PRUEBAS PARA LA MADERA

Dentro de las propiedades mecánicas que son de mayor interés en el comportamiento estructural de la madera se encuentran la resistencia a compresión, la resistencia al corte y la resistencia a la flexión.

Estas propiedades se evalúan mediante pruebas, las pruebas requieren muestras sin defectos y perfectamente labradas, las pruebas se realizan de acuerdo a la norma NTC 784 (Norma Técnica Colombiana).

PRUEBA DE COMPRESION: Si la carga es aplicada en forma perpendicular a las fibras, la capacidad disminuye, en promedio este valor es de aproximadamente un 30 % de la resistencia obtenida cuando las fibras son paralelas a la carga.

Por estas razones, los elementos estructurales sometidos a compresión deben ser fabricados atendiendo a la orientación correcta de las fibras.

En el caso de la resistencia al esfuerzo cortante, la madera presenta una mayor resistencia cuando la fuerza cortante actúa en forma perpendicular a la orientación de las fibras.

PRUEBA DE ESFUERZO CORTANTE: en este caso, la madera presenta una mayor resistencia cuando la fuerza cortante actúa en forma perpendicular a la orientación de las fibras.

Casi por lo regular si un elemento estructural debe resistir alguna tensión lo hace como parte de los esfuerzos generados por la flexión, es decir, una parte de la sección transversal recibe tensiones mientras la otra recibe compresiones.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION: La resistencia a la flexión, se obtiene mediante una prueba de flexión en la cual un espécimen apoyado libremente se carga al centro (flexión de tres puntos) hasta hacerlo fallar. Calculando de aquí el esfuerzo máximo a la flexión o módulo de ruptura.

10. PROPIEDADES FISICAS FUNDAMENTALES DEL SUELO

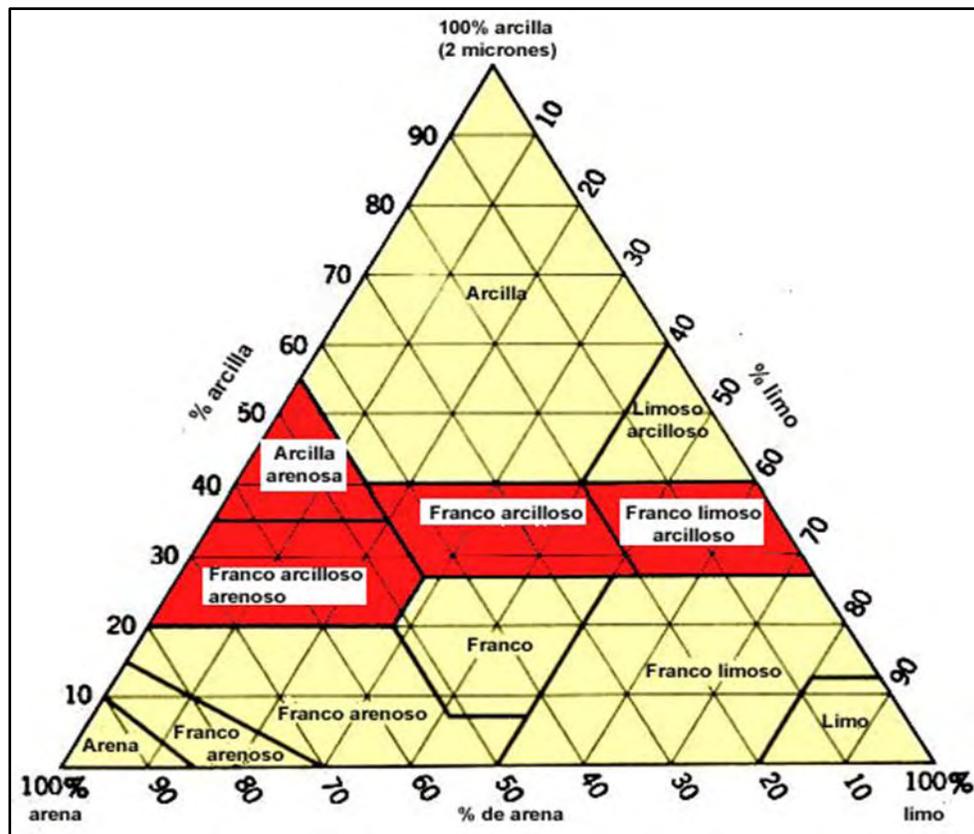
10.1 TEXTURA DEL SUELO

DEFINICION DE TEXTURA: Composición mineral de la muestra de suelo definida por la proporción de arena – limo – arcilla. **CLASES DE TEXTURA:** Arcillosa, arenosa, franca, franco arenosa, franco arcillosa.

CLASIFICACIÓN USADA DE LOS SUELOS SEGÚN SU TEXTURA					
Textura	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural	
Textura gruesa	86-100	0-14	0-10	Arenoso	Suelos arenosos
	70-86	0-30	0-15	Arenoso franco	
Textura moderadamente gruesa	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso	Suelos francos
Textura media	23-52	28-50	7-27	Franco	
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso	
	0-20	88-100	0-12	Limoso	
Textura moderadamente fina	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso	
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso	
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso	
Textura fina	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso	Suelos arcillosos
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso	
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso	

DETERMINACION DE LA TEXTURA: Con esta se logra determinar la proporción que ocupa cada elemento constituyente del suelo tales como: arena gruesa, arena fina, limo, y arcilla.

ENSAYOS: El método del triángulo textural para determinar las clases de estructura básica.



Triángulo textural

10.2 ESTRUCTURA DEL SUELO

DEFINICION DE ESTRUCTURA: Hace referencia a la forma como están dispuestas las partículas individuales y su forma como están organizadas, aglutinadas.

GRADOS DE ESTRUCTURA DEL SUELO:

ESTRUCTURA DEBIL: Está formada por agregados indistintos apenas visibles.

ESTRUCTURA MODERADA: Se caracteriza por agregados bien formados y diferenciados de duración moderada.

ESTRUCTURA FUERTE: Se caracteriza por agregados bien formados y diferenciados, son duraderos y evidentes en suelos no alterados.

METODO PARA DETERMINAR LA ESTRUCTURA:

Su caracterización se puede hacer morfológica o cuantitativamente.

EVALUACIÓN MORFOLOGICA: Se determina el tamaño de la forma y el agregado en que se manifiesta la estructura de cada horizonte de suelo.

EVALUACION CUANTITATIVA: Se clasifica en tres grupos:

- a. Las que determinan la distribución por tamaño de los agregados junto con la resistencia a la destrucción. Se utiliza el método de secado húmedo.
- b. Las que determinan el % de fracciones finas que se encuentran agregadas en unidades mayores.
- c. Las medidas de densidad aparente: Macro – porosidad - penetrabilidad.

10.3 EL COLOR DEL SUELO

DEFINICION DE COLOR: Carácter del suelo fácil de observar y de uso cómodo, para identificar un tipo de suelo dentro del cuadro regional o local. El color del suelo depende de sus componentes, el color varía según el contenido de humedad.

El color rojo indica contenido de óxidos de hierro y manganeso, el amarillo indica óxidos de hierro hidratado, el blanco y el gris indican presencia de cuarzo, yeso y caolín, y el negro y marrón indican materia orgánica.

El color del suelo puede proporcionar información clave sobre las propiedades del medio edáfico, por ejemplo suelos de color grisáceo y con presencia de moteados o manchas, son síntomas de malas condiciones de aireación.

Horizontes superficiales de colores oscuros tendrán a absorber mayor radiación y tener mayores temperaturas que suelos de colores claros.

La medición del color del suelo se realiza con un sistema estandarizado basado en la "Tabla de Colores Munsell".

En esta tabla se miden los tres componentes del color:

- Tono (hue) (En suelos es generalmente rojizo o amarillento).
- Intensidad o brillantez (chroma).
- Valor de luminosidad (value).

10.4 PERMEABILIDAD DEL SUELO

DEFINICION DE PERMEABILIDAD: Propiedad del suelo de transmitir el agua y el aire, Por lo general el suelo se compone de capas y a menudo, la calidad del suelo

varía considerablemente de una capa a otra. La permeabilidad del suelo se relaciona con: su textura y su estructura.

El tamaño de los poros reviste gran importancia con respecto al movimiento del agua, el tamaño y el número de poros guardan estrecha relación con la estructura y la textura del suelo y también influye en la permeabilidad.

SUELO	TEXTURA	PERMEABILIDAD
SUELOS ARCILLOSOS	FINA	DE MUY ALTA A MUY RAPIDA
SUELOS LIMOSOS	MODERADAMENTE FINA	
	MODERADAMENTE GRUESA	
SUELOS ARENOSOS	GRUESA	

EJEMPLO: PERMEABILIDAD MEDIA PARA DIFERENTES TEXTURAS DE SUELO EN cm / hora

ARENOSOS	5.0
FRANCO ARENOSOS	2.5
FRANCO	1.3
FRANCO ARCILLOSOS	0.8
ARCILLOSO LIMOSOS	0.25
ARCILLOSO	0.05

Variación de la permeabilidad según la textura del suelo

10.5 POROSIDAD DEL SUELO

DEFINICION DE POROSIDAD: Se define como la porción de espacios o cavidades ocupadas por el agua y aire que existe en la masa del suelo, esta propiedad va muy ligada a la textura y estructura del suelo. Se puede definir como:

El cociente entre el volumen de poros de una muestra (comprendiendo los que están ocupando por gases y líquidos) y el volumen total aparente.

MICROPOROSIDAD: Presencia de poros diminutos llamados micro poros, retiene el agua por fuerzas capilares.

MACROPOROSIDAD: Presencia de poros de tamaños considerables llamados macro poros retiene el agua contra la fuerza de gravedad y acumulan aire; son responsables del drenaje y aireación del suelo.

DETERMINACIÓN DE LA POROSIDAD:

PRIMERA FORMA: La porosidad total se determina directamente en muestras de suelo imperturbadas, es decir cómo están en el campo, sin ninguna deformación que altere la ubicación de las partículas sólidas.

PROCEDIMIENTO:

- Se determina el volumen de la muestra, se satura las muestras totalmente de agua
- Se determina el peso de la muestra saturada de agua
- Se seca la muestra en estufa a 105°C y se determina su peso seco
- Por diferencia entre peso saturado y peso seco se conoce la cantidad de agua que ocupa el espacio poroso de la muestra.
- La diferencia entre los pesos saturados y secos de la muestra es igual a la porosidad total que posee.
- Se expresa el volumen de porosidad total como % del volumen de las muestras imperturbadas.

SEGUNDA FORMA: La porosidad puede ser expresada con la relación: **$P = V_e/V$**

P = Porosidad

V_e = Volumen de espacios vacíos

V = Volumen total de la muestra comprendiendo sólidos, líquidos y gases

10.6 CONSISTENCIA DEL SUELO

DEFINICION DE CONSISTENCIA: Se define como las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión. Los tipos de consistencia son: Pegajosa, plástica, blanda, dura o rígida.

La consistencia de los suelos húmedos y mojados se determina como:

Frialdad: Facilidad de desmenuzarse el suelo.

Plasticidad: Manifestación considerable de cohesión y facilidad para el moldeo.

La cohesión es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas.

En consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las partículas del terreno.

La adhesión es causada por la atracción de la fase líquida sobre la superficie sólida. La cohesión en un terreno húmedo es provocada por las moléculas de la fase líquida que actúa como puente o membrana entre las partículas vecinas.

11. PROPIEDADES MECANICAS FUNDAMENTALES DEL SUELO

11.1 CONSOLIDACION DEL SUELO

DEFINICION DE CONSOLIDACION: Proceso mediante el cual el volumen del suelo disminuye bajo la aplicación de una carga, la consolidación es causada por cargas que se aplican al suelo y los granos del suelo que son compactados se estrechan entre sí.

La compactación se hace con un martillo proctor, al compactar el suelo se debe tener en cuenta el % de humedad ya que de ésta depende el peso unitario.

11.2 CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

DEFINICION DE CAPACIDAD DE CARGA: Es la capacidad de la tierra en torno a una estructura para soportar las cargas aplicadas, la capacidad de carga es mediada en pascales. Es la capacidad que le permite llevar las cargas verticales correspondientes a su peso propio, además de las que le sean aferentes.

Técnicamente la capacidad de carga es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzca un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

La capacidad de carga admisible debe estar basada en los criterios funcionales: Si la función del terreno de cimentación es soportar una determinada tensión independientemente de la deformación, la capacidad portante se llamara carga de hundimiento.

Si lo que se busca es un equilibrio entre la tensión aplicada al terreno y la deformación sufrida por este, deberá calcularse la capacidad portante a partir de criterios de asiento admisible.

Factores que afectan la capacidad de carga de los suelos:

- Retracción y expansión del suelo
- Proximidad del nivel freático
- Defectos o fallas del subsuelo
- Acción de heladas y deshielos
- Erosión y corrosión en el suelo
- Aplicación de cargas inclinadas o excéntricas
- Proximidad de las bases a laderas
- Excesiva cercanía entre bases o en linderos
- Licuefacción por la acción de cargas dinámicas

11.3 RESISTENCIA AL CORTE DEL SUELO

DEFINICION DE RESISTENCIA AL CORTE: El suelo como material no falla por compresión isotrópica (propiedades que son idénticas en todas las direcciones) a menos que las presiones aplicadas sean muy elevadas de tal manera que se fracturen los contactos inter granulares.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO: Se induce la ocurrencia de una falla a través de un plano de localización predeterminado.

PROCEDIMIENTO:

- Pesar un plano grande (o mojada con el contenido de humedad conocido con exactitud) con suficiente material para hacer tres ensayos con la misma densidad.
- Ensamblar cuidadosamente la caja de corte.
- Colocar cuidadosamente la arena en la caja de corte hasta cerca de 5mm del borde de la superficie del anillo y colocar el pistón de carga.
- Aplicar la carga normal deseada y colocar el dial para determinar el desplazamiento vertical.
- Comenzar la carga vertical

11.4 PERMEABILIDAD Y FILTRACIONES DEL SUELO

DEFINICION DE PERMEABILIDAD: Hace referencia a la facilidad con el cual el fluido puede circular a través de los poros del suelo, la permeabilidad se mide en metros cuadrados o darcy.

Existen dos métodos generales de laboratorio para determinar directamente el coeficiente de permeabilidad de un suelo:

- Método de cabeza constante
- Método de cabeza variable

PROCEDIMIENTO:

- Pesar el recipiente de material a utilizar.
- Armar el aparato de permeabilidad.
- Realizas experimento a diferente densidad.
- Enrasar cuidadosamente el material en el molde.
- Colocar el permeámetro en la cubeta llena de agua.
- Con el nivel de agua estabilizado en la tubería, cerrar la válvula de salida.
- De airear las líneas de entrada de la muestra.
- Determinar el coeficiente de permeabilidad.

11.5 DESARROLLO DE LA ETAPA DE INVESTIGACION

Superada la etapa de los conceptos, juicios y razonamientos y con el objeto de cumplir con el propósito de: Describir y clasificar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la construcción de muros en tapia pisada, presentes en las edificaciones de carácter Republicano, pertenecientes al centro histórico de San Juan de Pasto, con el fin de plantear acciones de intervención, bajo los resultados de laboratorio y normativa establecida en la Ley 11584 y otras normas reglamentarias emitidas para obras de carácter patrimonial., Se adelantaran las siguientes actividades:

A los muros en tapia, técnica implementada para la proyección de las edificaciones identificadas como: Casa Guerrero, Casa Antigua Alcaldía, Casa calle 17 con carrera 26 esquina, de tipología Republicana y perteneciente al Centro Histórico de San Juan de Pasto, se les realizará la caracterización de los materiales implementando los siguientes procedimientos de laboratorio:

- Ensayo de granulometría
- Ensayo de límite líquido y plástico
- Ensayo de compactación (proctor modificado)
- Ensayo de compresión simple
- Análisis granulométrico por medio del hidrómetro

- Alternativas técnicas – modificación de las características físicas de los materiales
- Efectos de la granulometría en el comportamiento
- Plasticidad
- Humedad
- Densidad

- Comportamiento de los suelos modificados
- Comportamiento del suelo natural
- Dosificación con arena
- Adición de aglutinantes
- Análisis de resultados
- Propuestas de intervención

12. PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO

12.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Para la utilización del suelo como material de construcción es de vital importancia realizar el análisis granulométrico, la información obtenida permite predecir movimientos, lesiones, fallas posibles de presentarse al proyectar una obra donde el suelo sea el material de construcción.

PROCEDIMIENTO:

- Tomar 500 g de muestra del suelo secado al horno, tomado de una bolsa de la muestra obtenida de los muros en tapia seleccionados.
- Si la muestra contiene apreciable cantidad de grava y muy pocos finos, el lavado se puede omitir de lo contrario colocar la muestra sobre el tamiz № 200 y lavar cuidadosamente el material.
- Verter cuidadosamente el residuo de material, con la ayuda de agua, en el recipiente secador y permitir sedimentar por un periodo de tiempo suficiente.
- Al día siguiente, regresar al laboratorio y pesar el residuo secado al horno (si se ha hecho lavado omitir este paso).
- Hacer pasar la muestra a través de una serie de tamices que varía desde el diámetro mayor arriba hasta el diámetro inferior a bajo.
- Colocar la serie de tamices en un agitador eléctrico automático, tamizar de 5 a 10 minutos.
- Quitar la serie de tamices del agitador mecánico y obtener el peso del material que quedo retenido en cada material.
- Calcular el porcentaje de cada tamiz dividiendo el peso retenido en cada uno de ellos por el peso de la muestra original utilizada en el paso 2.
- Calcular el porcentaje que pasa y sustraer el porcentaje retenido en cada tamiz como proceso acumulativo.
- Hacer una gráfica semilogarítmica del tamaño de la partícula contra el porcentaje más fino utilizando la gráfica que se presenta como formato para el experimento.
- En el informe debe darse por lo menos cinco usos para la curva de granulométrica del suelo que se acaba de hacer.

12.2 ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO

El ensayo de límite líquido y plástico se realiza con el fin de identificar y clasificar el suelo, el límite líquido en ocasiones se utiliza para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.

PROCEDIMIENTO:

- Pulverizar una cantidad suficiente de suelo secado al aire, la cual será pasada por el tamiz № 40, de 5 Kg, se toman solo 250 ± 10 g.
- Se debe verificar que la altura de la máquina del límite líquido que se va a utilizar sea exactamente de 1 cm.
- Colocar los 250 g de suelo en un recipiente de porcelana, añadir una pequeña cantidad de agua y mezclar cuidadosamente el suelo hasta obtener un color uniforme.
- Remover la cazuela de bronce del aparato de límite líquido y colocar dentro de la cazuela una cantidad de suelo hasta la profundidad adecuada para el trabajo de la herramienta rasuradora, bien centrada en la cazuela con respecto al pasador.
- Colocar la serie de tamices en un agitador eléctrico automático, tamizar de 5 a 10 minutos
- Quitar la serie de tamices del agitador mecánico y obtener el peso del material que quedo retenido en cada tamiz.
- Calcular el porcentaje de cada tamiz dividiendo el peso retenido en cada uno de ellos por el peso de la muestra original utilizada en el paso 2.
- Calcular el porcentaje que pasa y sustraer el porcentaje retenido en cada tamiz como proceso acumulativo.
- Hacer una gráfica semilogarítmica del tamaño de la partícula contra el porcentaje más fino utilizando la gráfica que se presenta como formato para el experimento.
- En el informe debe darse por lo menos cinco usos para la curva de granulométrica del suelo que se acaba de hacer.

12.3 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

El objeto de este ensayo es obtener la relación densidad-humedad para un esfuerzo de compactación dado sobre un suelo particular. El ensayo estándar consiste en tomar 3 kilogramos de suelo, pasarlo a través del tamiz № 4 añadir agua, compactarlo en un molde 944 cm^3 en tres capas de 25 golpes por capa de un martillo de compactación de 24 N con caída de 0.305m en el suelo.

PROCEDIMIENTO

- Para que un ensayo sea estándar, los resultados deben ser reproducibles.
- Cuando se trabaja con suelos secados al aire, a menos que la primera muestra se mezcle con el primer incremento de contenido de humedad y se permita un curado (toda la noche por ejemplo), los resultados pueden traducirse en unos puntos erráticos.
- Si el cilindro de suelos no es compactado en tres incrementos aproximadamente iguales, los puntos de curva también se mostraran erráticos, es decir no serán en una curva continua a cada lado del óptimo.
- Para evitar tener que compactar un gran número de cilindros y teniendo en cuenta que 5 puntos bien asociados determinan muy bien la curva, es deseable comenzar el ensayo a un contenido de humedad entre 4 y 5% cercano al CHO, añadiendo entonces 2% de humedad (por peso) en cada ensayo sucesivo, el último punto se encontrara 4 a 5 % de humedad dentro del lado húmedo del pico de la curva.
- El modelo de compactación debe colocarse sobre una superficie que no vibre durante el proceso de compactación de manera que la energía de compactación no se pierda en producir desplazamientos de base. La ASTM recomienda hacer descansar el modelo sobre una base consistente de un cilindro o bloque rígido de concreto con la masa de por lo menos 90 Kg (2000lb).

12.4 ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

Consiste en aplicar una carga longitudinal de compresión a una probeta, con condiciones inalteradas, re moldeadas y elaboradas en el laboratorio. Determinar la relación de esfuerzo – deformación de los suelos de igual manera conocer su resistencia hasta que se produzca la falla, este ensayo se realiza para el suelo que presenta una gran cantidad de finos.

PROCEDIMIENTO

- Preparación y compactación de la probeta (prepara dos muestras de tubo con relación L/d entre dos o tres).
- Peso, medida, dimensión y falla a compresión (colocar la muestra en recipientes húmedos o dejarlas en el cuarto de humedad para prevenir su desecamiento mientras se espera turno para la máquina de compresión, calcular la deformación correspondiente al 20% de deformación unitaria para la muestra mientras se espera turno).
- Alinear cuidadosamente la muestra en la máquina de compresión. Si los extremos no son perfectamente perpendiculares al eje del espécimen, la parte inicial de la curva de esfuerzo –deformación unitaria será plana.

- Calcular La deformación unitaria, el área corregida, y el esfuerzo unitario, para suficientes lecturas (unos 8 a 10 puntos bien espaciados) para definir la curva de esfuerzo-deformación unitaria adecuadamente. Dibujar los resultados en una hoja de papel milimetrado (Ambas curvas en la misma hoja); mostrar que como esfuerzo pico en cada ensayo y mostrar el valor promedio de que para ambos ensayos, asegurarse de dibujar la deformación unitaria como abscisa.

12.5 ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRO

Cuando se quiere conocer la distribución de granos de partículas finas el método por tamizado pierde su alcance puesto que la malla más fina utilizada normalmente es la № 200(475), que marca el límite entre arenas y finos, para lograr el análisis en rasgos de mayor exigencia se emplea los métodos de sedimentación dos de estos son:

- El método de pipeta
- El método del hidrómetro

PROCEDIMIENTO

- Tomar exactamente 50 g de suelo secado al horno y pulverizado y mezclarlo con 125ml de solución al 4% de NaPO_3 , una solución de 4% de meta fosfato de sodio puede hacerse mezclando 40g de material seco con suficiente agua hasta completar 1000ml. La solución debe ser siempre fresca en ningún caso haber sido con más de un mes de anterioridad.
- Dejar asentar la muestra de suelo cerca de una hora.
- Transferir el contenido del vaso de la batidora a un cilindro de sedimentación, teniendo mucho cuidado de no perder el material en el proceso.
- Tomar un tapón de caucho № 12 para tapar la boca del cilindro donde se encuentra la suspensión de suelo y agitarla cuidadosamente por cerca de un minuto.
- Reemplazar el tapón № 12 volver a agitar la suspensión y volver a tomar otra serie de medidas a 1, 2, 3, y 4 minutos. Repetir tantas veces como se necesite con el fin de obtener dos juegos de mediciones que concuerden a la unidad en cada una de las cuatro mediciones.
- Tomar una medición a los 4 minutos dentro del baño estabilizador y compararla con las mediciones de 4 minutos anteriores, si existe suficiente concordancia entre dichas lecturas, es posible continuar el ensayo, de otra forma, es necesario volver a agitar y repetir el proceso hasta lograr dicha concordancia.

13. LOS SUELOS - NORMA TECNICA COLOMBIANA N.T.C 4630 DE 046/12

13.1 TOMA DE MUESTRAS DE SUELO

Las muestras pueden ser tomadas de cualquier localización que satisfaga las necesidades de muestreo. Se obtiene una porción representativa de la muestra, suficiente para obtener 150gr a 200 gr de material que pase por el tamiz # 40 (425 µm). El ensayo se hace o se lleva a cabo en el estrato de particular interés.

PROCEDIMIENTO

- Los materiales se pueden someter a muestreo utilizando dispositivos para muestreo de núcleos.
- Las muestras se deben obtener con mínima pérdida de constituyentes orgánicos volátiles.
- Las muestras se pueden despachar en cilindros metálicos profundos, directamente al laboratorio.
- Se pueden tomar sus muestras por recorte o utilizando un cilindro pequeño para muestreo de núcleo o suelo para retirar el material solidificado.
- La elección de muestras representativas es de particular importancia en residuos y suelos donde la heterogeneidad es significativa.

13.2 CONDICIONES ANALITICAS

El método de manejo y almacenamiento de la muestra en el contenedor depende del método que vaya a emplear en el laboratorio para el análisis de dicha muestra. El número de muestras es de:

Áreas homogéneas (3) tres.

En áreas de forma rectangular (8) ocho.

En áreas de forma regular de un cuadrado, el número de muestras es (5) cinco.

METODOS GENERALES DE MUESTREO

- El procedimiento de muestreo se debe implementar en un tiempo mínimo, con la mínima manipulación posible.
- Hacer una inspección visual de la muestra y registrar sus características.
- Si hay contaminación de la muestra en la superficie de la muestra, se debe considerar un recorte burdo de la muestra en campo.
- Lo ideal es disponer la misma muestra para inspeccionar y anotar: la apariencia general, color, presencia de aceites u otros signos visibles de contaminación, distribución por tamaño de granos.

14. PRUEBAS DE LABORATORIO A MUESTRAS DE EDIFICACIONES SELECCIONADAS

14.1.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA, CASA GUERRERO

Como se había dicho, para la utilización del suelo como material de construcción es de vital importancia realizar el análisis granulométrico, la información obtenida permite predecir movimientos, lesiones, fallas posibles de presentarse al proyectar una obra donde el suelo sea el material de construcción.



Figura 1. Proceso de granulometría Casa Guerrero

CASA GUERRERO								CONCLUSIONES	
PESO INICIAL 858,5 gr						PESO LAVADO		MATERIALES PRESENTES	MATERIAL PREDOMINANTE
339,2 gr									
TAMIZ	ABERTURA TAMIZ mm	PESO RETENIDO gr	% RETENIDO	% RETENIDO O ACUMULADO	% QUE PASA	PESO RETENIDO gr	% QUE PASA	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	
3/8	9,525	0	0	0	0	0	0	GRAVAS	
4	4,75	19,9	5,86	5,866	94,13	19,9	5,87	MATERIAL DE CONTEXTURA GRUESA	
10	2	26,1	7,69	13,55	86,15	102,1	30,10	MATERIAL DE CONTEXTURA MEDIA	
40	0,420	76	22,40	35,95	64,05				
100	0,150	118,7	34,99	70,91	29,06	217,2	64,03	MATERIAL DE CONTEXTURA FINA - LIMOS Y ARCILLAS	
200	0,075	85,7	25,26	96,20	3,8				
FONDO	-	12,8	3,77	99,97	0,03				
339,2									

LOS MATERIALES FINOS REPRESENTAN EL 64,03% DEL TOTAL DE LA MUESTRA, LO QUE HACE QUE SEA EL MATERIAL PREDOMINANTE.

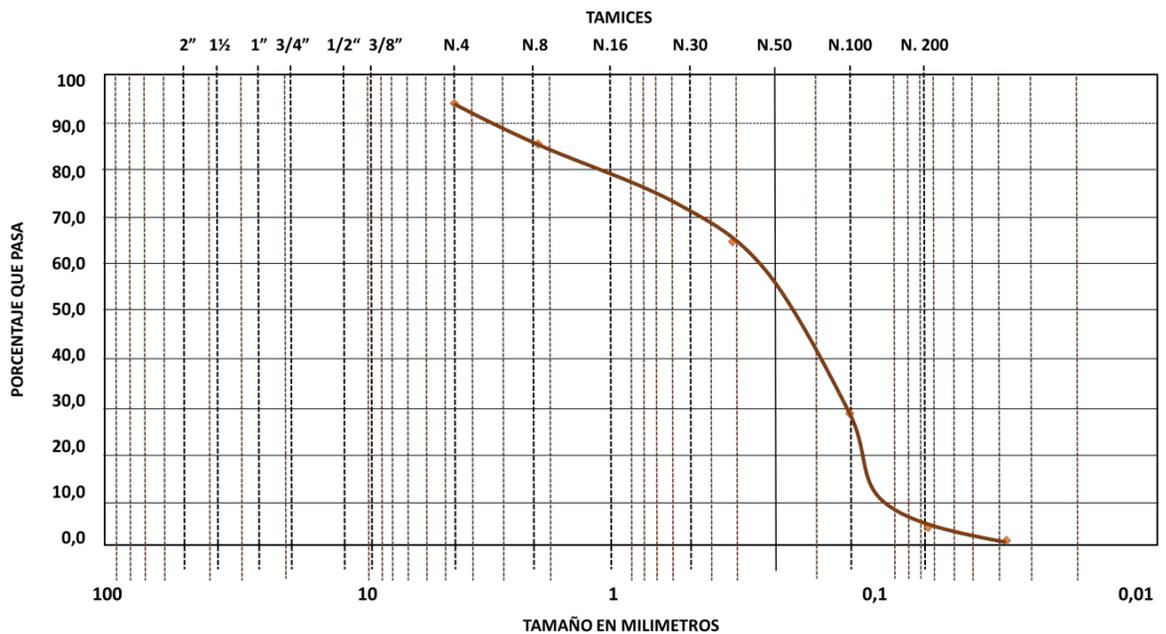


Tabla 1. Resultados obtenidos en la granulometría Casa Guerrero

14.1.2 ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO, CASA GUERRERO

Como se había dicho, el ensayo de límite líquido y plástico se realiza con el fin de identificar y clasificar el suelo, el límite líquido en ocasiones se utiliza para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.



Figura 2. Proceso de límite líquido y plástico Casa Guerrero

LIMITE LIQUIDO - CASA GUERRERO				
LATA Nº	12	13	70	21
PESO SUELO – HUMEDO + LATA	43,81gr	45,2624	43,71	45,03gr
PESO SUELO SECO + LATA	34 17gr	35,282	33,44gr	34,40gr
PESO LATA	3,81gr	5,02gr	3,8gr	5,03gr
PESO SUELO SECO	30,36	30,262	29,64	29,37
PESO AGUA	9,64	9,9804	10,27	10,63
CONTENIDO DE HUMEDAD %	31,75	32,98	34,65	36,19
Nº DE GOLPES	38	27	17	11

LIMITE PLASTICO – CASA GUERRERO		
No. LATA	4	25
PESO SUELO HUMEDO + LATA (gr)	23,59	22,43
PESO SUELO + LATA (gr)	19,80	17,58
PESO LATA (gr)	3,59	2,43
PESO SUELO SECO (gr)	16,21	15,15
PESO AGUA (gr)	3,79	4,85
CONTENIDO DE HUMEDAD %	23,38	32,01

Tabla 2. Resultados de limite líquido y plástico Casa Guerrero

14.1.3 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO, CASA GUERRERO

Como se había dicho, el objeto de este ensayo es obtener la relación densidad-humedad para un esfuerzo de compactación dado sobre un suelo particular. El ensayo estándar consiste en tomar 3 kilogramos de suelo, pasarlo a través del tamiz № 4 añadir agua, compactarlo en un molde 944 cm³ en tres capas de 25 golpes por capa de un martillo de compactación de 24 N con caída de 0.305m en el suelo.



Figura 3. Proceso del proctor modificado Casa Guerrero

VOLUMEN DEL MOLDE		2.104,9 cm ³			
PRUEBA Nº		1	2	3	4
Peso suelo más molde	gr	10.035	10.335	10.720	10.605
Peso del molde	gr	6.780	6.780	6.780	6.780
Peso suelo húmedo compactado	gr	3.255	3.555	3.940	3.825
Peso suelo húmedo + tara	gr	740	740	740	745
Peso volumen seco + tara	gr	594,6	573,8	540,5	528,6
Peso tara	gr	140	140	140	145
Peso agua	gr	145,4	166,2	199,5	216,4
Peso suelo seco	gr	454,6	433,8	400,5	383,6
Contenido de agua en %	%	31,98	38,31	49,81	56,41
Densidad suelo húmedo gr/cm ³	gr/cm ³	1,546	1,689	1,871	1,817
Densidad de suelo seco gr/cm ³	gr/cm ³	1,171	1,21	1,248	1,161
		DENSIDAD MÁXIMA – MDS gr/cm ³			
		HUMEDAD OPTIMA – OCH %			

CURVA DE COMPACTACION – CASA GUERRERO

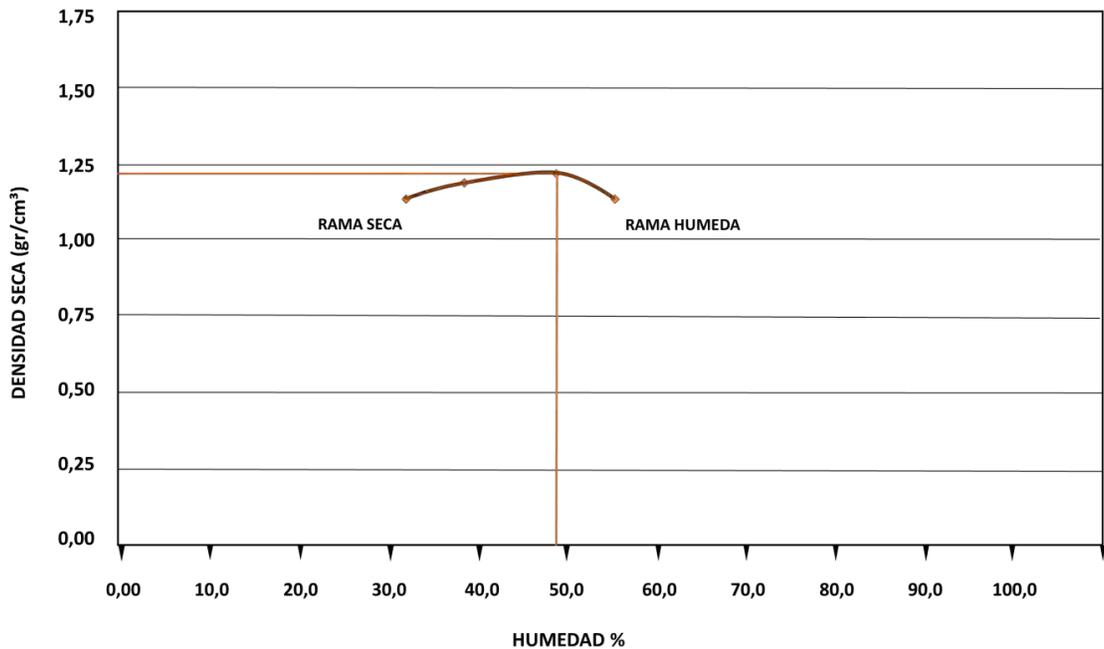


Tabla 3. Resultados del proctor modificado Casa Guerrero

14.1.4 ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE, CASA GUERRERO

Como se había dicho, consiste en aplicar una carga longitudinal de compresión a una probeta, con condiciones inalteradas, re moldeadas y elaboradas en el laboratorio. Determinar la relación de esfuerzo – deformación de los suelos de igual manera conocer su resistencia hasta que se produzca la falla, este ensayo se realiza para el suelo que presenta una gran cantidad de finos.



Figura 4. Proceso de compresión simple Casa Guerrero

UBICACIÓN	CASA GUERRERO					CONCLUSIONES		
ESPECIFICACIÓN: ø160mm- Alto 320mm- Área 20612mm № CILINDRO	NUCLEOS - CARACTERISTICAS					PROMEDIOS	TIPO DE FALLA	
φ CENTIMETROS	1	2	3	4	5	X		
ALTURA cm	16	16	16	16	16	16	A	
VOLUMEN cm³	32	32	32	32	32	32		
PESO MUESTRA HUMEDA gr	6433,99	6433,99	6433,99	6433,9	6433,9	6433,9		
PESO MUESTRA SECA gr	9310	9920	8820	8430	9180	9148	E	
DENSIDAD gr/cm³	8140,19	8575,84	7750,20	7390,73	8050,11	7808,514		
DENSIDAD Kg/m³	1,447	1,541	1,37	1,310	1,271	1,387		
PESO AGUA gr	1169,80	1344,16	1069,8	1039,27	1243,89	1173,38	C	
CONTENIDO H₂O %	14,37	15,67	13,80	14,06	14,03	14,38		
EDAD						97 años		

CARGA (kN)	10,80	16,17	6,81	3,21	5,06
RESISTENCIA REAL (Mpa)	0,52	0,78	0,33	0,16	1,94
RESISTENCIA REAL (PSI)	75,42	113,1	47,86	33,2	277,1
RESISTENCIA REAL (TON/m²)	52	79,17	33,5	23,24	194
DESARROLLO	1,47	1,36	1,13	1,18	1,74
TIPO DE FALLA	A	C	A	A	C

Tabla 4. Resultados de compresión simple Casa Guerrero

14.1.5 ENSAYO GRANULOMETRICO POR HIDROMETRO, CASA GUERRERO

Como se había dicho, cuando se quiere conocer la distribución de granos de partículas finas el método por tamizado pierde su alcance puesto que la malla más fina utilizada normalmente es la № 200(475), que marca el límite entre arenas y finos, para lograr el análisis en rasgos de mayor exigencia se emplea los métodos de sedimentación dos de estos son:

- El método de pipeta
- El método del hidrómetro



Figura 5. Proceso ensayo granulométrico por hidrómetro Casa Guerrero

HIDROMETRO No. 152H

Gs DE SOLIDOS: 2.67

α : 0,99

AGENTE DISPERSANTE: NaPo₃

CANTIDAD: 4% EN 125 ml

PESO DEL SUELO: 50 gramos

CORRECCION DEL CERO: +3

CORRECCION DEL MENISCO: 1.0

ANALISIS GRANULOMETRICO – METODO DEL HIDROMETRO – CASA GUERRERO											
Fecha	Hora de lectura	Tiempo Transcurrido minutos	Temperatura	Lectura real del hidrómetro R	Lectura corregida del hidrómetro	% más finos	Hidrómetro corregido por Menisco	L de la tabla 6-5	l/t	K de la tabla 6-4	D- mm
27-4-2017	12,19 pm	1	20 °c	34	31	61,38	35	10,5	10,5	0,0135	0,043
		2		33	30	59,4	34	10,7	5,35	0,031	
		3		31	28	55,4	32	11,1	3,73	0,026	
		4		28	25	49,5	29	11,5	2,87	0,022	
		8		23	20	39,6	24	12,4	1,55	0,016	
		16		21	18	35,64	22	12,7	0,793	0,012	
		30		18	15	29,7	19	13,2	0,44	0,0089	
		60		17	14	27,72	18	13,3	0,221	0,0063	
		125		15	12	23,76	16	13,7	0,109	0,0135	0,0044
		330		19	13	9,7	19,20	14	14,0	0,042	0,0137
		990									
28-4-2017	11,49 pm	1410	16	12	8,1	16,83	13	14,2	0,0100	0,0142	0,0014
29-4-2017	12,19 pm	2840	20	11,5	8,5	16,03	12,5	14,3	0,0050	0,0135	0,0009

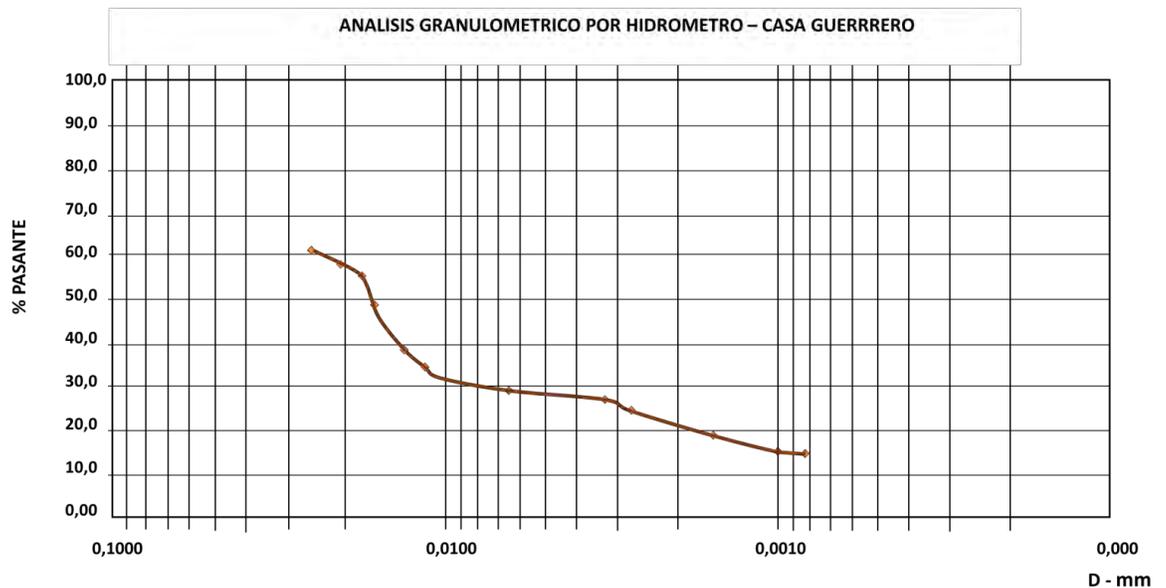


Tabla 5. Resultados ensayo granulométrico por hidrómetro Casa Guerrero

14.2.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA, CASA ANTIGUA ALCALDIA

Como se había dicho, para la utilización del suelo como material de construcción es de vital importancia realizar el análisis granulométrico, la información obtenida permite predecir movimientos, lesiones, fallas posibles de presentarse al proyectar una obra donde el suelo sea el material de construcción.



Figura 6. Proceso de granulometría Casa Antigua Alcaldía

CASA ANTIGUA ALCALDIA									CONCLUSIONES	
PESO INICIAL 858,5 gr						PESO LAVADO 474,9 gr		MATERIALES PRESENTES	MATERIAL PREDOMINANTE	
TAMIZ	ABERTURA TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	PESO RETENIDO	% retenido				
	mm	gr	ACUMULAD		gr					
3/8	9,525	9,375	1,974	1,958	98,01	9,3	1,974	GRAVAS		
4	4,75	45,4757	9,575	11,51	88,01	45,4	9,575	MATERIAL DE CONTEXTURA GRUESA		
10	2	64,675	13,618	25,11	74,89	200,8	42,3135	MATERIAL DE CONTEXTURA MEDIA		
40	0,420	136,275	28,6955	53,79	46,21					
100	0,150	150,575	31,706	85,48	14,52					
200	0,075	65,275	13,744	99,21	0,79	218,87	46,133	MATERIAL DE CONTEXTURA FINA - LIMOS Y ARCILLAS.		
FONDO	-	3,245	0,683	99,99	0,01					
		474,9						LOS MATERIALES DE CARÁCTER MIXTO ENTRE GRUESOS Y MEDIOS REPRESENTAN EL 53,862% DEL TOTAL DE LA MUESTRA, LO QUE HACE QUE SEA EL MATERIAL PREDOMINANTE		

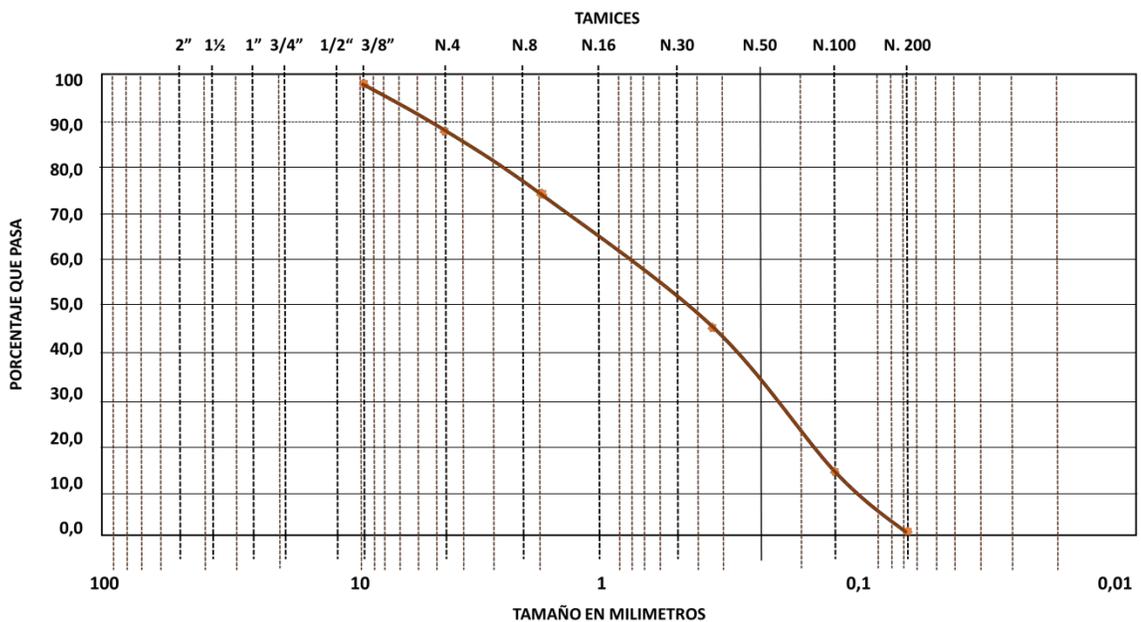


Tabla 6. Resultados de granulometría Casa Antigua Alcaldía

14.2.2 ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO, CASA A. ALCALDIA

Como se había dicho, el ensayo de límite líquido y plástico se realiza con el fin de identificar y clasificar el suelo, el límite líquido en ocasiones se utiliza para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.



Figura 7. Proceso de límite líquido y plástico, Casa Antigua Alcaldía

CASA ANTIGUA ALCALDÍA – LIMITE LIQUIDO				
No. LATA	27	18	D4	N42
PESO S – H + LATA (gr)	44,25	45,78	44,19	44,22
PESO S + LATA (gr)	33,8	34,99	33,05	32,79
PESO LATA (gr)	4,25	5,78	4,19	4,22
PESO SUELO SECO (gr)	29,55	29,21	28,86	28,57
PESO AGUA (gr)	10,45	10,79	11,14	11,43
CONTENIDO HUMEDAD (%)	35,36	36,93	38,6	40
No. GOLPES	35	25	16	11

CASA ANTIGUA ALCALDIA – LIMITE PLASTICO		
No. LATA	29	81
PESO S – H + LATA (gr)	24,7	23,85
PESO S - S + LATA (gr)	20,33	19,61
PESO LATA (gr)	4,17	3,85
PESO SUELO SECO (gr)	16,16	15,76
PESO AGUA (gr)	4,37	4,24
CONTENIDO HUMEDAD (%)	27,04	26,90

Tabla 8. Resultados ensayo de limite líquido y plástico, Casa A. Alcaldía

14.2.3 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO, CASA ANTIGUA ALCALDIA

Como se había dicho, el objeto de este ensayo es obtener la relación densidad-humedad para un esfuerzo de compactación dado sobre un suelo particular. El ensayo estándar consiste en tomar 3 kilogramos de suelo, pasarlo a través del tamiz № 4 añadir agua, compactarlo en un molde 944 cm³ en tres capas de 25 golpes por capa de un martillo de compactación de 24 N con caída de 0.305m en el suelo.



Figura 8. Proceso del proctor modificado, Casa Antigua Alcaldía

VOLUMEN DEL MOLDE		2.104,9 cm ³			
	PRUEBA No	1	2	3	4
Peso suelo más molde	gr	10.435	10.610	10.535	10.425
Peso del molde	gr	6.780	6.780	6.780	6.780
Peso suelo húmedo compactado	gr	3599	3725	3750	3690
Peso suelo húmedo + tara	gr	750	745	740	745
Peso volumen seco + tara	gr	654,7	633,8	628,5	612,3
Peso tara	gr	150	145	140	145
Peso agua	gr	95,3	111,2	111,5	132,7
Peso suelo seco	gr	504,3	488,8	488,5	467,3
Contenido de agua en %	%	18,89	22,74	22,82	28,39
Densidad suelo húmedo gr/cm ³	gr/cm ³	1,709	1,77	1,78	1,75
Densidad de suelo seco gr/cm ³	gr/cm ³	1,43	1,44	1,45	1,36
		DENSIDAD MÁXIMA – MDS gr/cm ³			
		HUMEDAD OPTIMA – OCH %			

CURVA DE COMPACTACION – CASA A. ALCALDIA

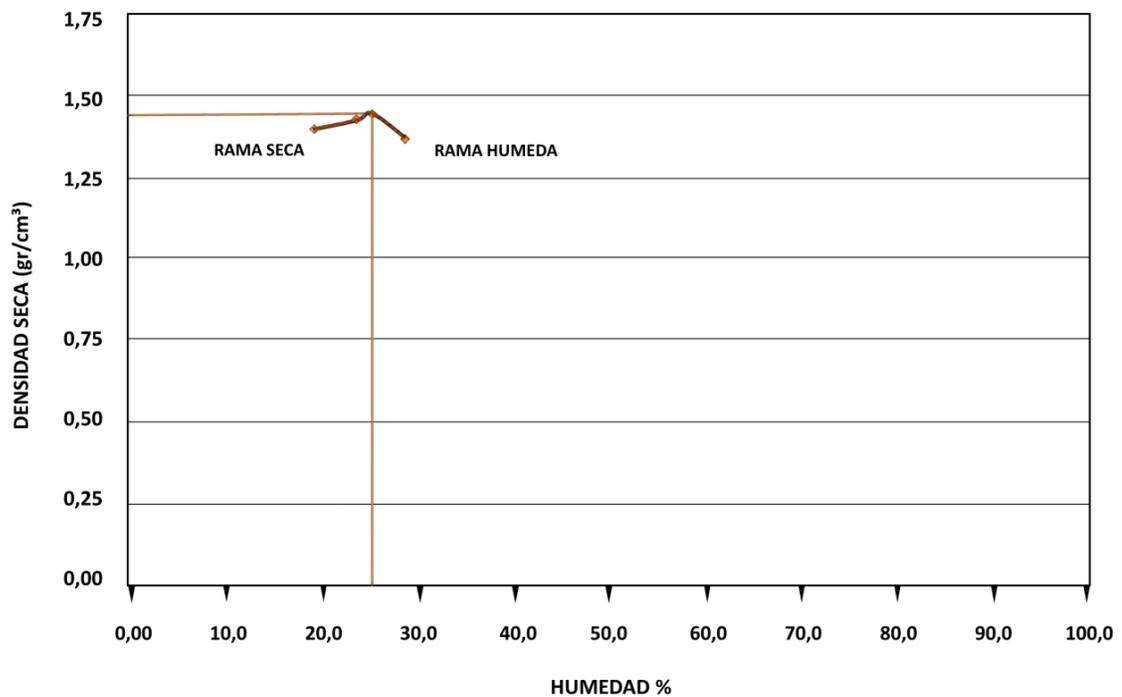


Tabla 9. Resultados ensayo del proctor modificado, Casa A. Alcaldía

14.2.4. ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE, CASA ANTIGUA ALCALDIA

Como se había dicho, consiste en aplicar una carga longitudinal de compresión a una probeta, con condiciones inalteradas, re moldeadas y elaboradas en el laboratorio. Determinar la relación de esfuerzo – deformación de los suelos de igual manera conocer su resistencia hasta que se produzca la falla, este ensayo se realiza para el suelo que presenta una gran cantidad de finos.



Figura 9. Proceso de compresión simple, Casa A. Alcaldía

UBICACIÓN	CASA ANTIGUA ALCALDIA					CONCLUSIONES	
ESPECIFICACIÓN: ø160mm- Alto 320mm- Área 20612mm	NUCLEOS - CARACTERISTICAS					PROMEDIOS	TIPO DE FALLA
Nº CILINDRO	1	2	3	4	5	X	
φ CENTIMETROS	16	16	16	16	16	16	
ALTURA cm	32	32	32	32	32	32	
VOLUMEN cm³	6433,99	6433,99	6433,99	6433,9	6433,9	6433,9	
PESO MUESTRA HUMEDA gr	9360	9360	9280	9830	9770	9520	
PEESO MUESTRA SECA gr	8208,12	8249,97	8231,81	8556,13	8544,93	8358,192	
DENSIDAD gr/cm³	1,454	1,454	1,442	1,527	1,5118	1,477	
DENSIDAD Kg/m³	1.454	1.454	1.442	1.527	1.511	1.477	
PESO DEL H ₂ O gr	1151,88	1110,03	1048,19	1273,87	1225,07	1161,808	
CONTENIDO H ₂ O %	14,03	13,45	12,73	14,88	14,336	13,88	
EDAD	97 años						

CARGA (kN)	9,12	8,40	6,98	7,32	10,73
RESISTENCIA REAL (Mpa)	0,44	0,41	0,34	0,36	0,52
RESISTENCIA REAL (PSI)	62,85	58,57	48,57	51,42	74,28
RESISTENCIA REAL (TON/m²)	43,99	41,13	33,99	35,99	51,99
DESARROLLO	1,47	1,36	1,13	1,18	1,74
TIPO DE FALLA	A	C	A	A	C

Tabla 10. Resultados ensayo de compresión simple, Casa A. Alcaldía

14.2.5. ENSAYO GRANULOMETRICO POR HIDROMETRO, CASA ANTIGUA ALCALDIA

Como se había dicho, cuando se quiere conocer la distribución de granos de partículas finas el método por tamizado pierde su alcance puesto que la malla más fina utilizada normalmente es la № 200(475), que marca el límite entre arenas y finos, para lograr el análisis en rasgos de mayor exigencia se emplea los métodos de sedimentación dos de estos son:

- El método de pipeta
- El método del hidrómetro



Figura 10. Proceso ensayo granulométrico por hidrómetro, Casa A. Alcaldía

HIDROMETRO No. 152H

Gs DE SOLIDOS: 2.72

α : 0,99

AGENTE DISPERSANTE: NaPo₃

CANTIDAD: 4% EN 125 ml

PESO DEL SUELO: 50 gramos

CORRECCION DEL CERO: +3

CORRECCION DEL MENISCO: 1.0

ANALISIS GRANULOMETRICO – METODO DEL HIDROMETRO – CASA ANTIGUA ALCALDIA											
Fecha	Hora de lectura	Tiempo Transcurrido o minutos	Temperatura	Lectura real del hidrómetro R	Lectura corregida del hidrómetro	% más finos	Hidrómetro corregido por menisco	L de la tabla 6-5	l/t	K de la tabla 6-4	D- mm
2 - 5 - 2017	12,25 pm	1	20 °c	35	32	63,36	36	11,1	11,1	0,0133	0,044
		2		34	31	61,38	35	11,2	5,6	0,031	
		3		32	29	57,42	33	11,5	3,83	0,026	
		4		29	26	51,48	30	12	3	0,023	
		8		24	21	41,58	25	12,9	1,61	0,016	
		16		22	19	37,62	23	13,2	0,825	0,012	
		30		19	16	31,68	20	13,7	0,456	0,008	
		60		18	15	29,7	19	13,8	0,23	0,006	
		125		16	13	25,74	17	14,2	0,113	0,004	
		330		19	14	11	21,78	15	14,5	0,043	0,0135
990											
3 - 5 - 2017	11,25am	1410	16	13	10	19,8	14	14,7	0,010	0,0140	0,001
4 - 5 - 2017	11,58 am	2840	20	12,5	9,5	18,81	13,5	14,9	0,0052	0,0133	0,0009

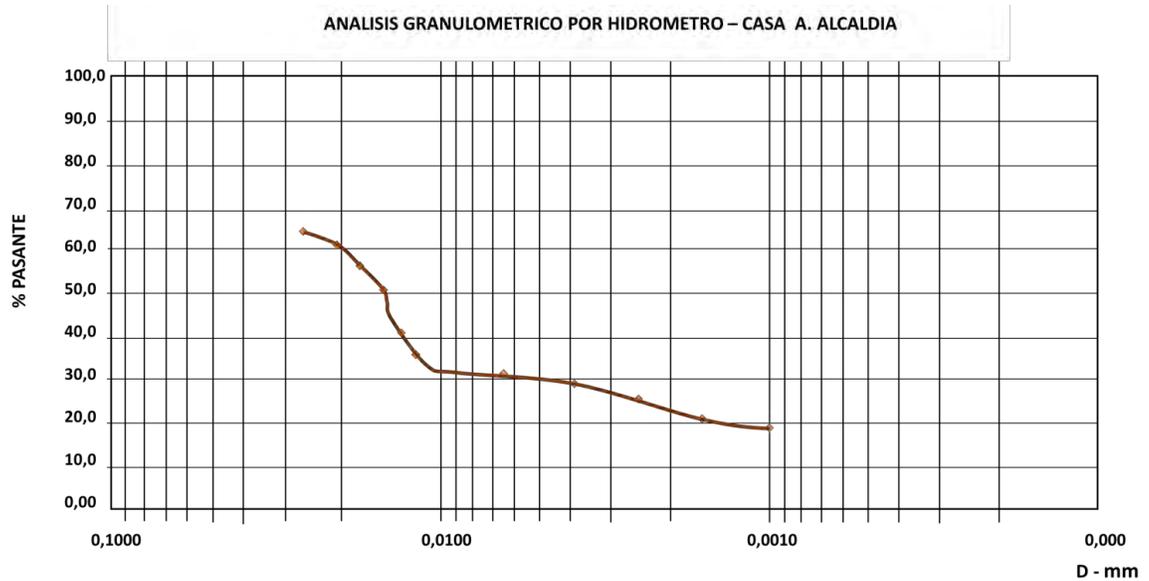


Tabla 11. Resultados ensayo granulométrico por hidrómetro, Casa A. Alcaldía

14.3.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA, CASA CALLE 17 CON CRA 26 ESQ.

Como se había dicho, para la utilización del suelo como material de construcción es de vital importancia realizar el análisis granulométrico, la información obtenida permite predecir movimientos, lesiones, fallas posibles de presentarse al proyectar una obra donde el suelo sea el material de construcción.



Figura 11. Proceso ensayo de granulometría, casa calle 17 con cra 26 esq.

CASA CALLE 17 CON CARRERA 26								CONCLUSIONES	
PESO INICIAL 858,5 GR						PESO LAVADO 376,6 GR		MATERIALES PRESENTES	MATERIAL PREDOMINANTE
TAMIZ	ABERTURA TAMIZ MM	PESO RETENIDO GR	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	
3/8	9,525	6,785	1,779	1,779	98,22	6,785	1,801	GRAVAS	
4	4,75	15,785	4,168	5,974	94,053	15,785	4,191	MATERIAL DE CONTEXTURA GRUESA	
10	2	28,385	7,514	13,46	86,54	107,77	28,616	MATERIAL DE CONTEXTURA MEDIA	
40	0,420	79,385	21,16	34,672	65,323				
100	0,150	142,885	37,918	72,595	27,405	246,255	65,389	MATERIAL DE CONTEXTURA FINA - LIMOS Y ARCILLAS	
200	0,075	99,585	26,420	99,015	0,985				
FONDO	-	3,785	0,9824	99,974	0,026				
376,6								LOS MATERIALES DE CARÁCTER FINO REPRESENTAN EL 65,389 % DEL TOTAL DE LA MUESTRA, LO QUE HACE QUE SEA EL MATERIAL PREDOMINANTE	

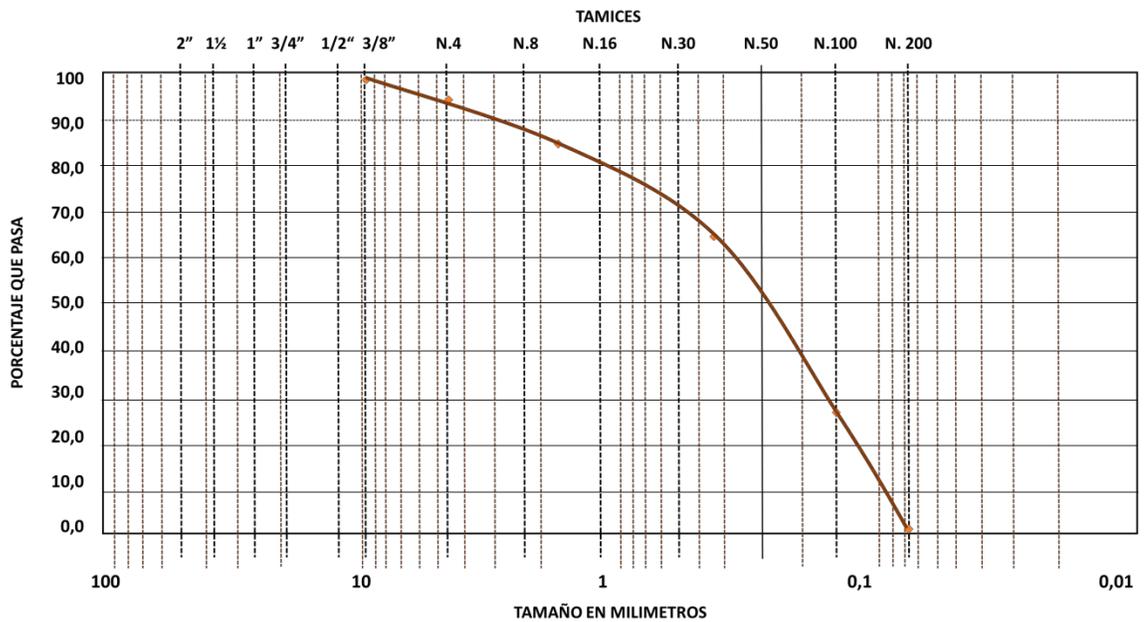


Tabla 12. Resultados ensayo de granulometría, Casa calle 17 con cra 26 esq.

14.3.2. ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO, CASA CALLE 17 CON CRA 26 ESQ.

Como se había dicho, el ensayo de límite líquido y plástico se realiza con el fin de identificar y clasificar el suelo, el límite líquido en ocasiones se utiliza para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.



Figura 12. Proceso de límite líquido y plástico, Casa calle 17 con cra 26 esq.

LIMITE LIQUIDO - CASA CALLE 17 CARRERA 26				
LATA №	85	4	9	81
PESO SUELO – HUMEDO + LATA (gr)	43,72g	44,02	43,54	43,47
PESO SUELO SECO + LATA (gr)	33,75	33,53	32,89	33,61
PESO LATA (gr)	3,72	3,65	3,48	3,47
PESO SUELO SECO (gr)	30,03	29,88	29,41	29,14
PESO AGUA (gr)	9,97	10,49	10,658	10,86
CANTIDAD DE HUMEDAD %	33,20	35,14	36,24	37,26
№ DE GOLPES	38	25	17	12

LIMITE PLASTICO – CASA CALLE 17 – CARRERA 26		
No. LATA	42	25
PESO SUELO HUMEDO + LATA (gr)	25,86	23,41
PESO SUELO + LATA (gr)	20,66	18,18
PESO LATA (gr)	5,86	3,01
PESO SUELO SECO (gr)	14,8	14,77
PESO AGUA (gr)	5,2	4,99
CONTENIDO DE HUMEDAD %	35,13	33,78

Tabla 13. Resultados ensayo de límite líquido y plástico, Casa calle 17 con cra 26 esq.

14.3.3. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO, CASA CALLE 17 CON CRA 26 ESQ.

Como se había dicho, el objeto de este ensayo es obtener la relación densidad-humedad para un esfuerzo de compactación dado sobre un suelo particular. El ensayo estándar consiste en tomar 3 kilogramos de suelo, pasarlo a través del tamiz № 4 añadir agua, compactarlo en un molde 944 cm³ en tres capas de 25 golpes por capa de un martillo de compactación de 24 N con caída de 0.305m en el suelo.



Figura 13. Proceso ensayo del proctor modificado, Casa calle 17 con cra 26 esq.

VOLUMEN DEL MOLDE		2.104,9 cm ³			
PRUEBA N ^o		1	2	3	4
Peso suelo más molde	gr	10.370	10.365	10.560	10.485
Peso del molde	gr	6.780	6.780	6.780	6.780
Peso suelo húmedo compactado	gr	3590	3585	3780	3705
Peso suelo húmedo + tara	gr	745	745	745	740
Peso volumen seco + tara	gr	655,6	654,3	636,9	605,5
Peso tara	gr	140	140	140	145
Peso agua	gr	89,4	90,7	108,1	134,5
Peso suelo seco	gr	515,6	514,3	496,9	460,5
Contenido de agua en %	%	17,33	17,63	21,75	29,2
Densidad suelo húmedo gr/cm ³	gr/cm ³	1,70	1,703	1,795	1,76
Densidad de suelo seco gr/cm ³	gr/cm ³	1,44	1,445	1,474	1,362
		DENSIDAD MÁXIMA – MDS gr/cm ³			
		HUMEDAD OPTIMA – OCH %			

CURVA DE COMPACTACION – CASA GOBERNACION

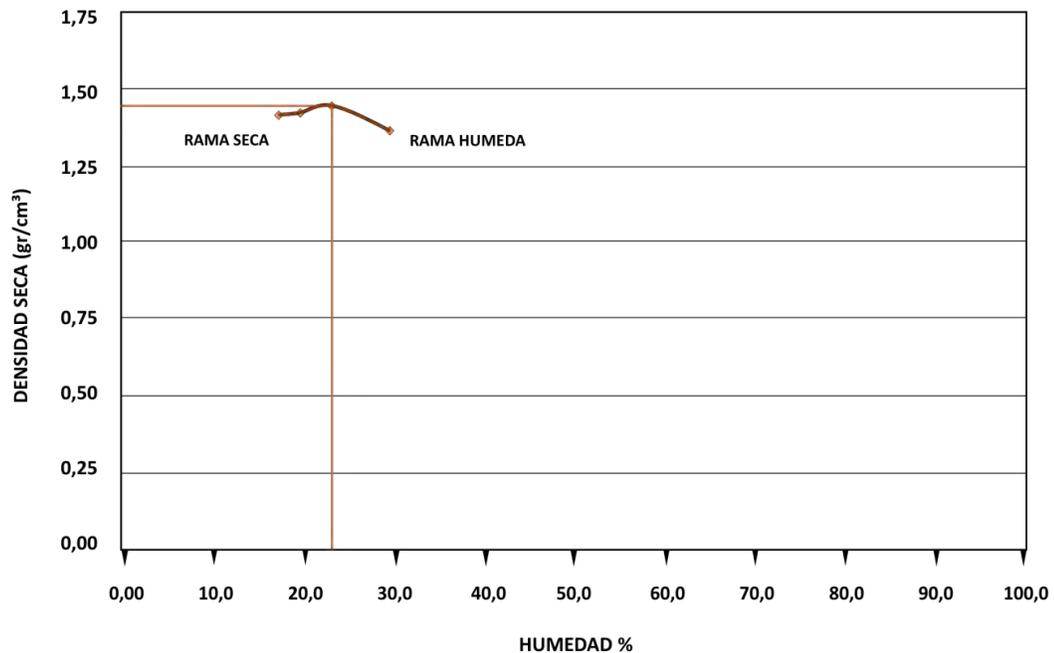


Tabla 14. Resultados ensayo del proctor modificado, Casa calle 17 con cra 26 esq.

14.3.4. ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE, CASA CALLE 17 CON CRA 26 ESQ.

Como se había dicho, consiste en aplicar una carga longitudinal de compresión a una probeta, con condiciones inalteradas, re moldeadas y elaboradas en el laboratorio. Determinar la relación de esfuerzo – deformación de los suelos de igual manera conocer su resistencia hasta que se produzca la falla, este ensayo se realiza para el suelo que presenta una gran cantidad de finos.



Figura 14. Proceso ensayo de compresión simple, Casa calle 17 con cra 26 esq.

UBICACIÓN	CASA CALLE 17 CARRERA 26					CONCLUSIONES	
ESPECIFICACIÓN: ø160mm- Alto 320mm- Área 20612mm	NUCLEOS - CARACTERISTICAS					PROMEDIOS	TIPO DE FALLA
Nº CILINDRO	1	2	3	4	5	X	
φ CENTIMETROS	16	16	16	16	16	16	
ALTURA cm	32	32	32	32	32	32	
VOLUMEN cm ³	6433,99	6433,99	6433,99	6433,9	6433,9	6433,9	
PESO MUESTRA HUMEDA gr	9510	8730	9160	9450	8890	9148	
PESO MUESTRA SECA gr	8302,23	7680,29	8000,68	8250,85	7770,97	8001	
DENSIDAD gr/cm ³	1419	1541	1370	1310	1426	1413	
DENSIDAD Kg/m ³	1.419	1.541	1.370	1.310	1.426	1.413	
PESO H ₂ O gr	1207,77	1049,71	1159,32	1199,15	1119,03	1146,99	
CONTENIDO H ₂ O %	14,54	13,66	14,49	14,53	14,40	14,32	
EDAD	97 años						

CARGA (kN)	6,39	6,39	12,37	8,84	6,16
RESISTENCIA REAL (Mpa)	0,31	0,31	0,60	0,43	0,30
RESISTENCIA REAL (PSI)	44,96	44,96	87,02	62,36	43,51
RESISTENCIA REAL (TON/m ²)	31,47	31,47	60,91	43,65	30,45
DESARROLLO	1,47	1,36	1,13	1,18	1,74
TIPO DE FALLA	A	C	A	A	C

Tabla 15. Resultados ensayo de compresión simple, Casa calle 17 con cra 26 esq.

14.3.5. ENSAYO GRANULOMETRIA POR HIDROMETRO, CASA CALLE 17 CON CRA 26 ESQ.

Como se había dicho, cuando se quiere conocer la distribución de granos de partículas finas el método por tamizado pierde su alcance puesto que la malla más fina utilizada normalmente es la № 200(475), que marca el límite entre arenas y finos, para lograr el análisis en rasgos de mayor exigencia se emplea los métodos de sedimentación dos de estos son:

- El método de pipeta
- El método del hidrómetro

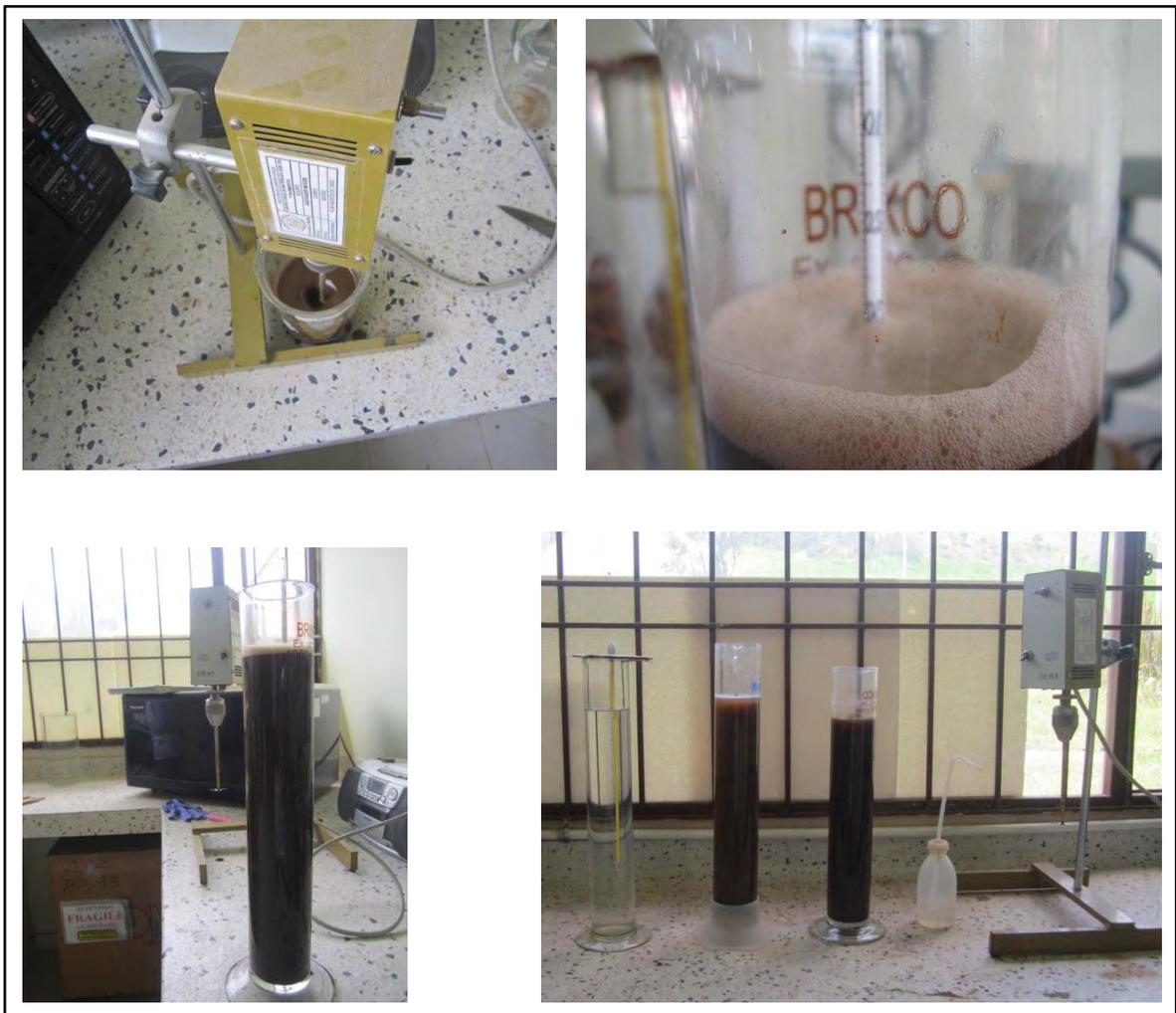


Figura 15. Proceso ensayo granulométrico por hidrómetro, Casa calle 17 con cra 26 esq.

HIDROMETRO No. 152H

Gs DE SOLIDOS: 2.77

α : 0,99

AGENTE DISPERSANTE: NaPo₃

CANTIDAD: 4% EN 125 ml

PESO DEL SUELO: 50 gramos

CORRECCION DEL CERO: +3

CORRECCION DEL MENISCO: 1.0

ANALISIS GRANULOMETRICO – METODO DEL HIDROMETRO – CASA CALLE 17 CARRERA 26												
Fecha	Hora de lectura	Tiempo Transcurrido minutos	Temperatura	Lectura real del hidrómetro R	Lectura corregida del hidrómetro	% más finos	Hidrómetro corregido por menisco	L de la tabla 6-5	l/t	K de la tabla 6-4	D- mm	
24-4-2017	12,25 pm	1	20 °c	36	33	65,34	37	10,9	10,9	0,0132	0,043	
		2		33	30	59,4	34	11,4	5,7	0,031		
		3		32	29	57,42	33	11,5	3,83	0,025		
		4		31	28	55,44	32	11,7	2,92	0,022		
		8		21	18	35,64	22	13,3	1,66	0,017		
		16		21	18	35,64	22	13,3	0,83	0,012		
		30		19	16	31,68	20	13,7	0,45	0,008		
		60		17,5	14,5	28,71	18,5	13,9	0,23	0,006		
		125		16,5	13,5	26,73	17,5	14,1	0,11	0,004		
		330		14,5	11,5	22,77	15,5	14,4	0,043	0,0133	0,0027	
		990										
25-4-2017	11,52am	1410	16	13	10,5	20,79	14	14,6	0,010	0,0138	0,001	
26-4-2017	12,22 am	2840	20	12	9	17,82	13	14,8	0,0052	0,0132	0,0009	

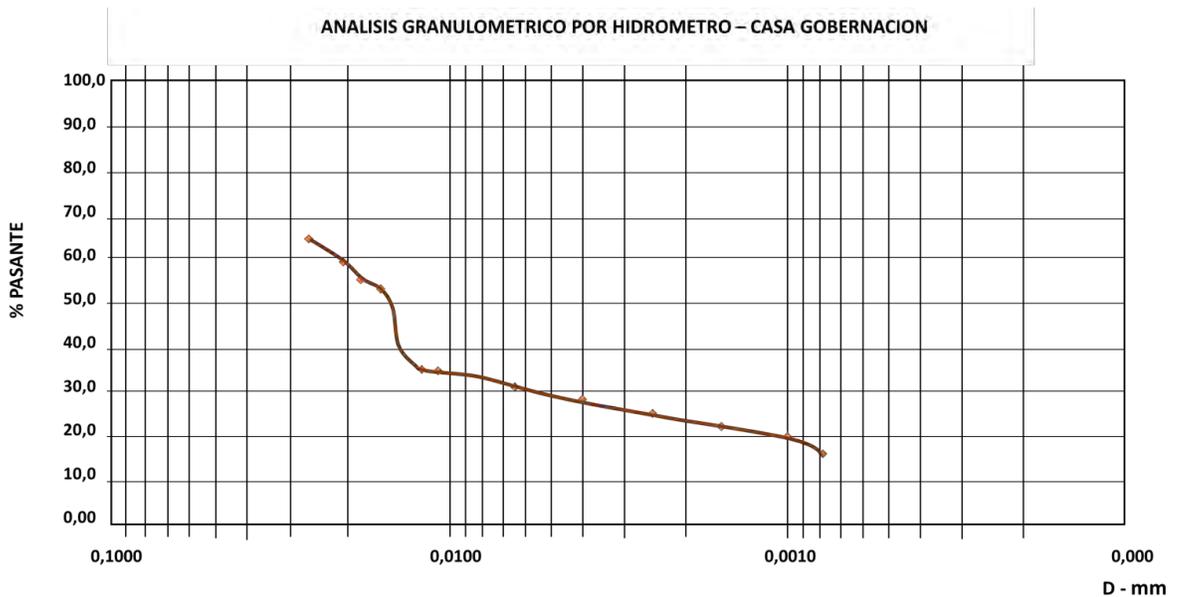


Tabla 16. Resultados ensayo granulométrico por hidrómetro, Casa calle 17 con cra 26 esq.

14.4 SINTESIS DE PRUEBAS DE LABORATORIO A MUESTRAS DE EDIFICACIONES SELECCIONADAS

14.4.1 SINTESIS DE PRUEBAS, CASA GUERRERO

14.4.1.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA

- En el ensayo de la Casa Guerrero, se puede deducir que, tenemos la presencia de materiales, identificados como gravas, material de contextura gruesa, materiales finos (limos y arcillas), el valor correspondiente a las gravas fue de 0%
- El 5.87% son materiales de contextura gruesa, con un peso de 19,9 gramos, los materiales de contextura media fueron de un 30.1%, con un peso de 102.1 gramos.
- El 64.03% son materiales finos (limos y arcillas), con un peso de 217.2 gramos.
- El material predominante fue el de materiales de contextura fina, con el 64.03% del total de la muestra, que fue de 339.2 gramos.

14.4.1.2 ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLASTICO

- Con este ensayo se puede deducir que el límite líquido del suelo es de 32.5%.
- Con este ensayo se puede deducir que el límite plástico es de 27.69%.
- Con este ensayo se puede deducir que el índice de plasticidad es de 4.81%.
- El porcentaje de humedad ideal, se obtiene a los 25 golpes, en la cazuela de Casa Grande, siendo éste de un valor de 32.5%.

14.4.1.3 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

- Con este ensayo se puede deducir que la densidad seca máxima es de 1,24 gr/cm³.
- Con este ensayo se puede deducir que el porcentaje de humedad óptima es de 49.81%.
- La grafica nos permite deducir que la rama seca se ubica a la izquierda de la curva, la rama húmeda se ubica a la derecha de la curva, en donde la relación de densidad vs humedad es ascendente y descendente, respectivamente.

14.4.1.4 ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

- En este ensayo se identificó que entre los 5 núcleos de suelo apisonado, existe un promedio de 76,38 Ton/m². De resistencia a la compresión simple.
- Se pudo identificar un valor de resistencia a la compresión simple de 79,17 Ton/m², como el más cercano al promedio.
- Se pudo identificar un valor de resistencia a la compresión simple de 194 Ton/m² (núcleo No. 5). El cual es el más alto de los 5 núcleos.
- Se pudo identificar así mismo un valor de resistencia a la compresión simple de 23,24 Ton /m² (Núcleo No. 4). El cual es el más bajo.
- A nivel de tipos de falla, predominan los identificados con la letra A, correspondientes a los núcleos: 1, 3 y 4.

14.4.1.5 ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR HIDROMETRO

- Con este ensayo podemos deducir que la presencia de finos oscila entre 0,043 y 0,0009.
- En este ensayo se pudo identificar la presencia de partículas medianamente finas, las cuales están entre los rangos: 0.043 y 0.012; partículas finas, localizadas entre 0.0089 y 0.0028, y finalmente, partículas muy finas, ubicadas en el rango: 0.0014 y 0.0009.
- También se pudo encontrar que entre el rango 0.043 y 0.012 tenemos un porcentaje promedio del 50.15% de partículas medianamente finas, en el rango de 0.0089 y 0.0028 tenemos un porcentaje promedio del 33.3% de partículas finas, en el rango de 0.0014 y 0.0009 encontramos un 16.4% de partículas muy finas.
- También puede deducirse que el mayor porcentaje de material pasante está en un 61.38% y el menor porcentaje de material pasante esta entre 16.03%.

14.4.2 SINTESIS DE PRUEBAS, CASA A. ALCALDIA

14.4.2.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA

- En el ensayo de la Casa A. Alcaldía, se puede deducir que, tenemos la presencia de materiales, identificados como gravas, material de contextura gruesa, materiales finos (limos y arcillas), el valor correspondiente a las gravas fue de 1.97%, con un peso de 9.3 gramos
- El 9.57% son materiales de contextura gruesa, con un peso de 45.4 gramos, los materiales de contextura media fueron de un 42.3%, con un peso de 200.8 gramos.
- El 46.1% son materiales finos (limos y arcillas), con un peso de 218.87 gramos.
- El material predominante fue el de materiales de contextura fina, con el 46.13% del total de la muestra, que fue de 474.4 gramos.

14.4.2.2 ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLASTICO

- Con este ensayo se puede deducir que el límite líquido del suelo es de 36.9%.
- Con este ensayo se puede deducir que el límite plástico es de 26.97%.
- Con este ensayo se puede deducir que el índice de plasticidad es de 9.96%.
- El porcentaje de humedad ideal, se obtiene a los 25 golpes, en la cazuela de Casa Grande, siendo éste de un valor de 36.9%.

14.4.2.3 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

- Con este ensayo se puede deducir que la densidad seca máxima es de 1,45 gr/cm³.
- Con este ensayo se puede deducir que el porcentaje de humedad óptima es de 22.8%.
- La grafica nos permite deducir que la rama seca se ubica a la izquierda de la curva, la rama húmeda se ubica a la derecha de la curva, en donde la relación de densidad vs humedad es ascendente y descendente, respectivamente.

14.4.2.4 ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

- En este ensayo se identificó que entre los 5 núcleos de suelo apisonado, existe un promedio de 41.45 Ton/m². de resistencia a la compresión simple.
- Se pudo identificar un valor de resistencia a la compresión simple de 41.13 Ton/m², como el más cercano al promedio.

- Se pudo identificar un valor de resistencia a la compresión simple de 51.99 Ton/m² (núcleo No. 5). El cual es el más alto de los 5 núcleos.
- Se pudo identificar así mismo un valor de resistencia a la compresión simple de 33.99 Ton /m² (Núcleo No. 3). El cual es el más bajo.
- A nivel de tipos de falla, predominan los identificados con la letra A, correspondientes a los núcleos: 1, 3 y 4.

14.4.2.5 ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR HIDROMETRO

- Con este ensayo podemos deducir que la presencia de finos oscila entre 0,044 y 0,0009.
- En este ensayo se pudo identificar la presencia de partículas medianamente finas, las cuales están entre los rangos: 0.044 y 0.012; partículas finas, localizadas entre 0.008 y 0.002, y finalmente, partículas muy finas, ubicadas en el rango: 0.001 y 0.0009.
- También se pudo encontrar que entre el rango 0.044 y 0.012 tenemos un porcentaje promedio del 52.1% de partículas medianamente finas, en el rango de 0.008 y 0.002 tenemos un porcentaje promedio del 27.19% de partículas finas, en el rango de 0.001 y 0.0009 encontramos un 19.3% de partículas muy finas.
- También puede deducirse que el mayor porcentaje de material pasante está en un 63.3% y el menor porcentaje de material pasante esta entre 18.8%.

14.4.3. SINTESIS DE PRUEBAS CASA CALLE 17 CON CRA 26 ESQ.

14.4.3.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA

- En el ensayo de esta Casa , se puede deducir que, tenemos la presencia de materiales, identificados como gravas, material de contextura gruesa, materiales finos (limos y arcillas), el valor correspondiente a las gravas fue de 1.8% con un peso de 6.7 gramos.
- El 4.1% son materiales de contextura gruesa, con un peso de 15.7 gramos, los materiales de contextura media fueron de un 28.6%, con un peso de 107.7 gramos.
- El 65.3% son materiales finos (limos y arcillas), con un peso de 264.2 gramos.
- El material predominante fue el de materiales de contextura fina, con el 65.3% del total de la muestra, que fue de 376 gramos.

14.4.3.2 ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLASTICO

- Con este ensayo se puede deducir que el límite líquido del suelo es de 35.14%.
- Con este ensayo se puede deducir que el límite plástico es de 34.4%.
- Con este ensayo se puede deducir que el índice de plasticidad es de 0.74%.
- El porcentaje de humedad ideal, se obtiene a los 25 golpes, en la cazuela de Casa Grande, siendo éste de un valor de 35.14%.

14.4.3.3 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

- Con este ensayo se puede deducir que la densidad seca máxima es de 1,47 gr/cm³.
- Con este ensayo se puede deducir que el porcentaje de humedad óptima es de 21.7%.
- La grafica nos permite deducir que la rama seca se ubica a la izquierda de la curva, la rama húmeda se ubica a la derecha de la curva, en donde la relación de densidad vs humedad es ascendente y descendente, respectivamente.

14.4.3.4 ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

- En este ensayo se identificó que entre los 5 núcleos de suelo apisonado, existe un promedio de 39.59 Ton/m². de resistencia a la compresión simple.

- Se pudo identificar un valor de resistencia a la compresión simple de 43.65 Ton/m², como el más cercano al promedio.
- Se pudo identificar un valor de resistencia a la compresión simple de 60.91 Ton/m² (núcleo No. 3). El cual es el más alto de los 5 núcleos.
- Se pudo identificar así mismo un valor de resistencia a la compresión simple de 30.45 Ton /m² (Núcleo No. 5). El cual es el más bajo.
- A nivel de tipos de falla, predominan los identificados con la letra A, correspondientes a los núcleos: 1, 3 y 4.

14.4.3.5 ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR HIDROMETRO

- Con este ensayo podemos deducir que la presencia de finos oscila entre 0,043 y 0,0009.
- En este ensayo se pudo identificar la presencia de partículas medianamente finas, las cuales están entre los rangos: 0.043 y 0.012; partículas finas, localizadas entre 0.008 y 0.002, y finalmente, partículas muy finas, ubicadas en el rango: 0.001 y 0.0009.
- También se pudo encontrar que entre el rango 0.043 y 0.012 tenemos un porcentaje promedio del 51.48% de partículas medianamente finas, en el rango de 0.008 y 0.002 tenemos un porcentaje promedio del 27.47% de partículas finas, en el rango de 0.001 y 0.0009 encontramos un 19.3% de partículas muy finas.
- También puede deducirse que el mayor porcentaje de material pasante está en un 65.3% y el menor porcentaje de material pasante esta entre 17.8%.

15. CORRELACION DE RESULTADOS, PRUEBAS DE LABORATORIO

15.1 COMPARATIVO GRANULOMETRIA

Con el presente cuadro comparativo se pretende establecer las diferencias de composición granulométrica del suelo empleado en la construcción de los muros en suelo apisonado de las edificaciones tema de estudio.

UBICACIÓN		CASA GUERRERO Cu = 1,144 Cc = 1,852				CASONA ALCALDIA Cu = 9,254 Cc = 0,591				CASA CALLE 17 K 26 Cu = 3,10 Cc = 0,634			
ESPECIFICACIÓN	TAMIZ	PESO gr	%	Peso gr acumulado	% acumulado	PESO gr	%	Peso gr acumulado	% acumulado	PESO gr	%	Peso gr acumulado	% acumulado
GRAVA	-												
GRUESA	3/8	-	-			9,75	1,97			6,785	1,77		
FINA	4	19,9	5,87			45,47	9,57			15,785	4,68		
ARENA	-												
GRUESA	10	26,1	7,69			64,67	13,61			28,385	7,514		
MEDIA	40	76	22,70			136,1	28,69			79,385	21,16		
FINA	100	118,7	34,99	204,40	60,25	150,57	31,70	215,84	45,44	142,88	37,91	242,46	64,33
	200	85,7	25,26			65,27	13,74			99,58	26,42		
ARCILLA - LIMO	FONDO	12,8	3,77			3,24	0,683			3,78	0,98		
PESO MUESTRA		339,2				474,9				376,6			
		Cu = 1,144 Cc = 1,852				Cu = 9,254 Cc = 0,591				Cu = 3,10 Cc = 0,633			
		Arena mal gradada, mezcla de arena y grava con poco o nada de finos, símbolo de grupo SP.				Arena bien gradada, mezcla de arena y grava con poco o nada de finos, su coeficiente de uniformidad Cu mayor de 6 y un Cc entre 1 y 3.				Arena mal gradada, mezcla de arena y grava con poco o nada de finos, símbolo de grupo SP.			

Tabla 17. Cuadro comparativo granulometría, Edificaciones estudio

Suelo óptimo: Clasificación SP Casa Guerrero.
 Resistencia 75,68 Kg/cm²
 Presencia de limo y arcilla 0,03%.
 Presencia de arena 94,10%
 (Fina 60,25%, arena media 22,40%, arena gruesa 7,64%).
 Presencia de grava fina 5,87%.

TIPO DE SUELO: Arena mal gradada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos, símbolo de grupo SP.

UBICACIÓN	CASA GUERRERO		CASA A. ALCALDIA		CASA CALLE 17 CRA 26	
Resistencia a la compresión Ton/m ²	76,38		41,45		39,59	
% de arcillas y limos	0,03		0,01		0,026	
% de materiales de contextura fina	64	94,10	46,13	88,44	65,38	93,99
% de materiales de contextura media	30,10		42,31		28,61	
% de materiales de contextura gruesa	5,87		9,75		4,19	
Contenido de humedad %	14,38		13,88		14,32	
Límite líquido (% de humedad)	32,98		36,93		35,14	
Límite plástico (% de humedad)	27,69		26,97		34,55	
Densidad seca máxima gr/cm ³	1,24		1,45		1,47	
Humedad óptima %	49,81		22,8		21,7	
El coeficiente de uniformidad es	1,44		9,254		3,10	
El coeficiente de curvatura es	1,852		0,591		0,634	
Clasificación	SP		SW		SP	

Tabla 18. Comparativo pruebas Edificaciones estudio

15.2 COMPARATIVO COMPRESION SIMPLE

En el presente cuadro se registra la capacidad de carga de cada uno de los suelos empleados en la proyección de los muros trabajados con el sistema de tapial. Permite focalizar cuál de las tres tipologías de suelo ofrece mayor capacidad de resistencia a los esfuerzos de compresión, información que es corroborada con el ensayo de granulometría quien permite establecer las características granulométricas de cada tipología de suelos.

ENSAYO DE COMPRESIÓN - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Ton/m ²						
NUCLEO	1	2	3	4	5	PROMEDIO
CASA GUERRERO	52	79,17	33,5	23,24	194	76,38 Ton/m ²
CASA A. ALCALDÍA	43,99	41,13	33,99	35,99	51,99	41,45 Ton/m ²
CASA CALLE 17 – CARRERA 26	31,47	31,47	60,91	43,65	30,45	39,59 ton/m ²
ENSAYO GRANULOMETRIA						
UBICACIÓN	CASA GUERRERO		CASA ANTIGUA ALCALDIA		CASA CALLE 17 – CRA 26	
	Peso retenido	% que pasa	Peso retenido	% que pasa	Peso retenido	% que pasa
Gravas	0	0	9,3	1,94	6,78	1,801
Materiales gruesos	19,9	5,87	45,4	9,57	15,78	4,19
Materiales medianos	102,1	30,10	208,8	42,51	107,77	28,61
Materiales finos	217,2	64,03	218,87	46,13	246,25	65,38
		94,13		88,64		93,99

Tabla 19. Comparativo compresión simple Edificaciones estudio

El suelo que ofrece mayor resistencia a la compresión es el empleado en la construcción de la casa Guerrero con una resistencia promedio de 0,746 PSI, su composición granulométrica se caracteriza por ser una mezcla de arenas, gravas y materiales finos que hacen que se clasifique en el grupo SP en la tabla de clasificación de suelos con base en el SUCS.

15.3 COMPARATIVO PROCTOR MODIFICADO

Los ensayos de proctor modificado y límite líquido permiten identificar el comportamiento de los suelos empleados como material de construcción en las edificaciones tema de estudio, ante la presencia del elemento agua.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO			
Ubicación	CASA GUERRERO	CASA ANTIGUA ALCALDIA	CASA CALLE 17 – CARRERA 26
Densidad seca	1,248	1,45	1,474
% de humedad	49,81	22,82	21,47
ENSAYO LÍMITE LIQUIDO			
% de humedad	32,5	36,93	35,14
Nº de golpes	25	25	25

Tabla 20. Comparativo proctor modificado Edificaciones estudio

Los datos establecidos en el cuadro de resumen sobre el ensayo de proctor modificado permiten visualizar cual es el punto óptimo de humedad de cada tipología de suelo, de esa manera llegando a su densidad óptima.

Los datos establecidos en el cuadro de resumen sobre el ensayo de proctor modificado permiten visualizar cual es el punto óptimo de humedad de cada tipología de suelo, de esa manera llegando a su densidad óptima.

16. CANTERAS DE TIERRA EXISTENTES ACTUALMENTE EN SAN JUAN DE PASTO

16.1 LOCALIZACION: Las canteras que se encuentran actualmente en nuestro medio son: Cantera Rosapamba, cantera Cominagro y cantera Armenia, las cuales se encuentran ubicadas en los corregimientos de Catambuco y Jongovito.

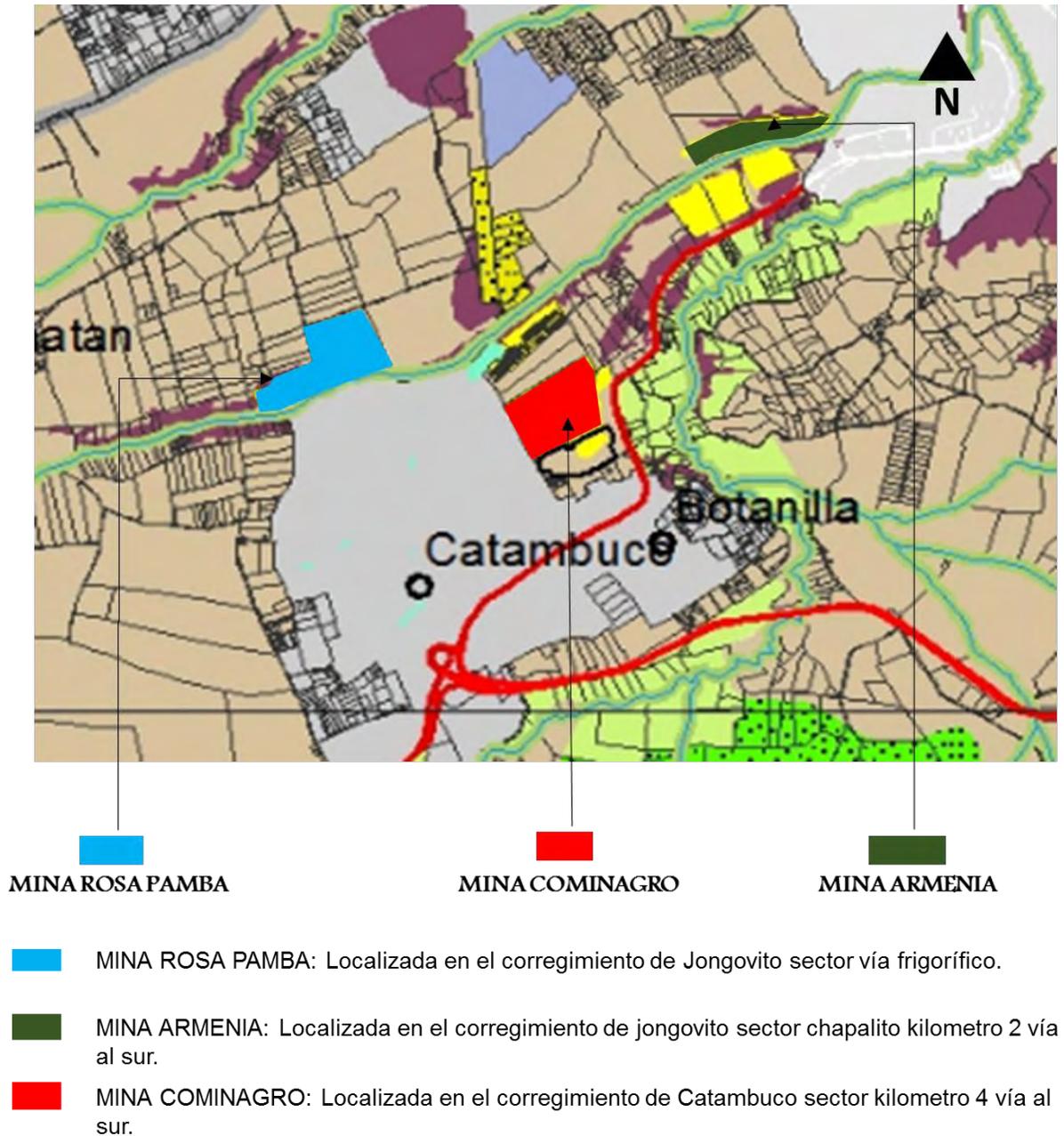


Figura 16. Localización Canteras

16.2 OBTENCION DE MUESTRAS EN CANTERAS: En la etapa de reconocimiento del lugar donde se va obtener las muestras, se observó las diferentes capas del suelo en su estado natural, se toma la muestra considerada como representativa de los materiales existentes en cada una de las canteras.

CANTERA ROSAPAMBA



CANTERA ROSAPAMBA

CANTERA COMINAGRO

CANTERA ARMENIA



Figura 17. Obtención de muestras en Canteras de San Juan de Pasto

16.3 PRUEBAS DE LABORATORIO A MUESTRAS DE SUELO DE LAS CANTERAS: COMINAGRO, ROSAPAMBA, ARMENIA

16.3.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA, CANTERA COMINAGRO

Como se había dicho, para la utilización del suelo como material de construcción es de vital importancia realizar el análisis granulométrico, la información obtenida permite predecir movimientos, lesiones, fallas posibles de presentarse al proyectar una obra donde el suelo sea el material de construcción.



Figura 18. Proceso de granulometría, cantera Cominagro

CANTERA COMINAGRO								CONCLUSIONES	
PESO INICIAL 1000 gr				PESO LAVADO 409,3 gr				MATERIALES PRESENTES	MATERIAL PREDOMINANTE
TAMIZ	ABERTURA TAMIZ mm	PESO RETENIDO gr	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	PESO RETENIDO gr	% retenido		<p>MATERIAL DE LOS MATERIALES DE CARÁCTER MIXTO ENTRE FINOS Y MEDIOS REPRESENTAN EL FINA – LIMOS 72.51 % DEL TOTAL DE LA MUESTRA, LO Y ARCILLAS. QUE HACE QUE SEA EL MATERIAL PREDOMINANTE.</p>
3/8	9,525	0	0	0	0	0	0		
4	4,75	70,26	17,16	17,16	82,84	70,26	17,16		
10	2	28,56	6,97	24,13	75,87	111,12	27,14		
40	0,420	82,56	20,17	44,3	55,7				
100	0,150	100,16	24,47	68,77	31,23	185,72	45,37		
200	0,075	85,56	20,90	89,67	10,33				
FONDO	-	42,16	10,30	99,77	0,03				
		409,3							

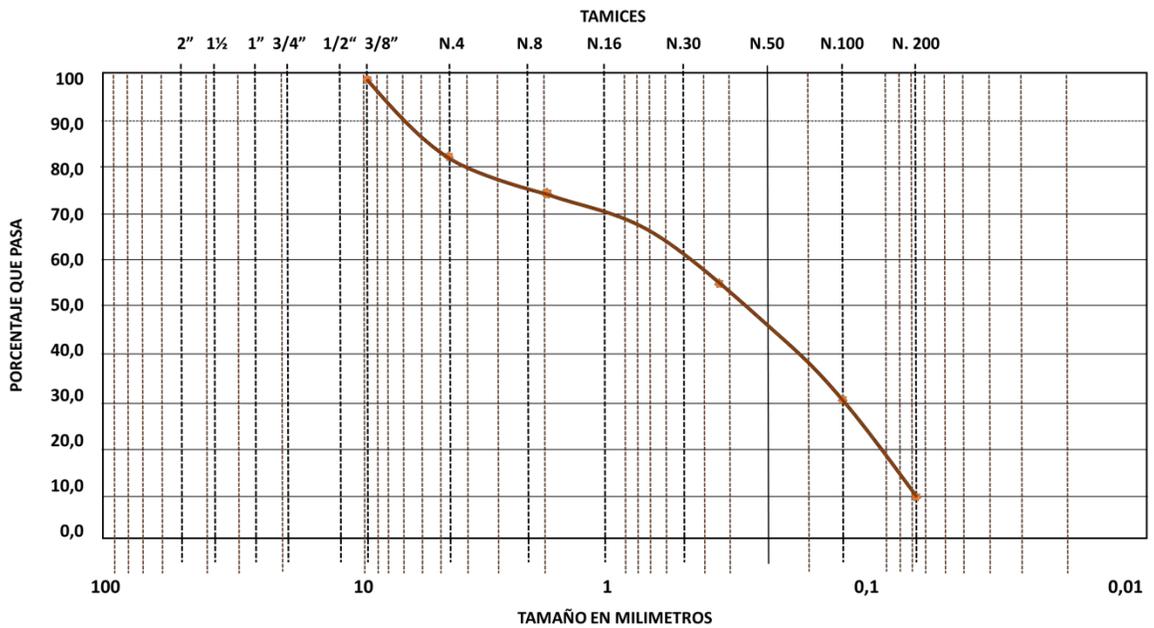


Tabla 21. Resultados granulometría, cantera Cominagro

16.3.2. ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO, CANTERA COMINAGRO

Como se había dicho, el ensayo de límite líquido y plástico se realiza con el fin de identificar y clasificar el suelo, el límite líquido en ocasiones se utiliza para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.



Figura 19. Proceso de límite líquido y plástico, cantera Cominagro

CANTERA COMINAGRO – LIMITE LIQUIDO				
No. LATA	84	7	81	33
PESO S – H + LATA (gr)	45,84	43,52	44,9	45,17
PESO S + LATA (gr)	33,9	31,59	32,79	34,38
PESO LATA (gr)	5,84	3,52	4,9	5,17
PESO SUELO SECO (gr)	28,06	28,07	27,89	29,21
PESO AGUA (gr)	11,94	11,93	12,11	10,79
CONTENIDO HUMEDAD (%)	36,2	38,5	41,05	42,50
No. GOLPES	38	25	16	11

CASA COMINAGRO – LIMITE PLASTICO		
No. LATA	33	81
PESO S – H + LATA (gr)	24,9	23,52
PESO S - S + LATA (gr)	19,16	17,89
PESO LATA (gr)	4,9	3,52
PESO SUELO SECO (gr)	14,26	14,37
PESO AGUA (gr)	5,74	5,63
CONTENIDO HUMEDAD (%)	36,7	37,2

Tabla 22. Resultados límite líquido y plástico, cantera Cominagro

16.3.3. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO, CANTERA COMINAGRO

Como se había dicho, el objeto de este ensayo es obtener la relación densidad-humedad para un esfuerzo de compactación dado sobre un suelo particular. El ensayo estándar consiste en tomar 3 kilogramos de suelo, pasarlo a través del tamiz № 4 añadir agua, compactarlo en un molde 944 cm³ en tres capas de 25 golpes por capa de un martillo de compactación de 24 N con caída de 0.305m en el suelo.



Figura 20. Proceso de proctor modificado, cantera Cominagro

VOLUMEN DEL MOLDE		2.104,9 cm ³			
		PRUEBA Nº			
		1	2	3	4
Peso suelo más molde	gr	10.035	10.335	10.720	10.605
Peso del molde	gr	6.780	6.780	6.780	6.780
Peso suelo húmedo compactado	gr	3.267	3.458	3.620	3.825
Peso suelo húmedo + tara	gr	740	740	740	745
Peso volumen seco + tara	gr	584,6	563,8	541,5	529,6
Peso tara	gr	140	140	140	145
Peso agua	gr	135,4	156,3	189,7	206,3
Peso suelo seco	gr	444,9	423,7	390,1	374,6
Contenido de agua en %	%	29,89	34,13	45,88	53,77
Densidad suelo húmedo gr/cm ³	gr/cm ³	1,440	1,585	1,774	1,711
Densidad de suelo seco gr/cm ³	gr/cm ³	1,277	1,294	1,269	1,186
		DENSIDAD MÁXIMA – MDS gr/cm ³			
		HUMEDAD OPTIMA – OCH %			

CURVA DE COMPACTACION – CANTERA COMINAGRO

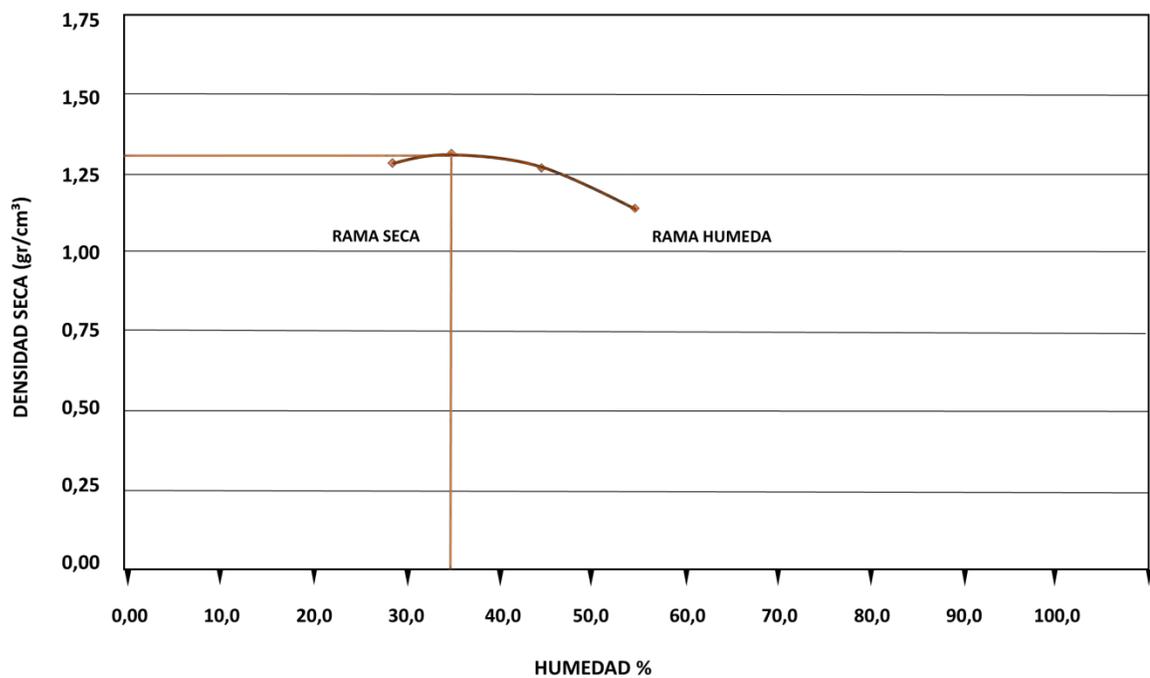


Tabla 23. Resultados proctor modificado, cantera Cominagro

16.4.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA, CANTERA ROSAPAMBA

Como se había dicho, para la utilización del suelo como material de construcción es de vital importancia realizar el análisis granulométrico, la información obtenida permite predecir movimientos, lesiones, fallas posibles de presentarse al proyectar una obra donde el suelo sea el material de construcción.



Figura 21. Proceso de granulometría, cantera Rosapamba

CANTERA ROSAPAMBA								CONCLUSIONES		
PESO INICIAL 1000 gr				PESO LAVADO 645 gr				MATERIALES PRESENTES	MATERIAL PREDOMINANTE	
TAMIZ	ABERTURA TAMIZ mm	PESO RETENIDO gr	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	PESO RETENIDO gr	% retenido		LOS MATERIALES DE CARÁCTER MIXTO ENTRE GRUESOS Y MEDIOS REPRESENTAN EL 86.22 % DEL TOTAL DE LA MUESTRA, LO QUE HACE QUE SEA EL MATERIAL PREDOMINANTE.	
3/8	9,525	26.91	4.17	4.17	95.82	26.9	4.17			GRAVAS
4	4,75	55.21	8.55	12.73	87.26	55.21	12.73			MATERIAL DE CONTEXTURA GRUESA
10	2	193.41	29.98	42.73	57.28	474.11	73.49			MATERIAL DE CONTEXTURA MEDIA
40	0,420	280.7	43.51	86.23	13.76					
100	0,150	56.21	8.71	94.95	5.05	71.92	11.14			
200	0,075	15.71	2.43	97.38	2.61					
FONDO	-	16.81	2.60	99.99	0.01					
		645								

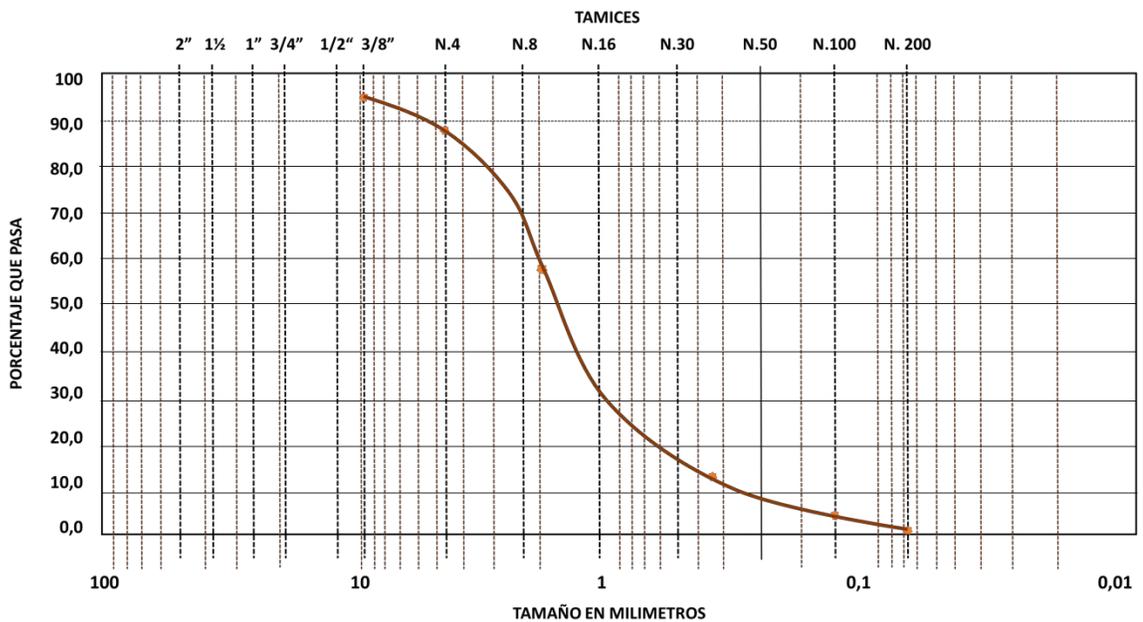


Tabla 24. Resultados granulometría, cantera Rosapamba

16.4.2. ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO, CANTERA ROSAPAMBA

Como se había dicho, el ensayo de límite líquido y plástico se realiza con el fin de identificar y clasificar el suelo, el límite líquido en ocasiones se utiliza para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.



Figura 22. Proceso de límite líquido y plástico, cantera Rosapamba

CANTERA ROSAPAMBA – LIMITE LIQUIDO				
No. LATA	48	5	20	21
PESO S – H + LATA (gr)	44,97	43,67	44,20	45,04
PESO S + LATA (gr)	33,8	31,67	32,32	32,7
PESO LATA (gr)	4,97	3,67	4,20	5,04
PESO SUELO SECO (gr)	28,83	28	28,12	27,66
PESO AGUA (gr)	11,7	12	11,88	12,34
CONTENIDO HUMEDAD (%)	40,05	42,08	43,20	44,6
No. GOLPES	38	25	16	11

CASA ROSAPAMBA – LIMITE PLASTICO		
No. LATA	5	20
PESO S – H + LATA (gr)	23,67	24,20
PESO S - S + LATA (gr)	18,18	19,70
PESO LATA (gr)	3,67	4,20
PESO SUELO SECO (gr)	14,51	15,5
PESO AGUA (gr)	5,49	4,5
CONTENIDO HUMEDAD (%)	37,83	29,03

Tabla 25. Resultados límite líquido y plástico, cantera Rosapamba

16.4.3. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO, CANTERA ROSAPAMBA

Como se había dicho, el objeto de este ensayo es obtener la relación densidad-humedad para un esfuerzo de compactación dado sobre un suelo particular. El ensayo estándar consiste en tomar 3 kilogramos de suelo, pasarlo a través del tamiz № 4 añadir agua, compactarlo en un molde 944 cm³ en tres capas de 25 golpes por capa de un martillo de compactación de 24 N con caída de 0.305m en el suelo.



Figura 23. Proceso de proctor modificado, cantera Rosapamba

VOLUMEN DEL MOLDE		2.104,9 cm ³			
	PRUEBA Nº	1	2	3	4
Peso suelo más molde	gr	10.535	10.710	10.635	10.525
Peso del molde	gr	6.780	6.780	6.780	6.780
Peso suelo húmedo compactado	gr	3699	3825	3850	3790
Peso suelo húmedo + tara	gr	750	745	740	745
Peso volumen seco + tara	gr	664,7	643,8	638,5	622,3
Peso tara	gr	150	145	140	145
Peso agua	gr	85,7	101,5	101,9	122,4
Peso suelo seco	gr	514,3	498,9	498,4	477,3
Contenido de agua en %	%	17,89	21,74	21,85	27,39
Densidad suelo húmedo gr/cm ³	gr/cm ³	1,609	1,67	1,68	1,65
Densidad de suelo seco gr/cm ³	gr/cm ³	1,33	1,34	1,35	1,26
		DENSIDAD MÁXIMA – MDS gr/cm ³			
		HUMEDAD OPTIMA – OCH %			

CURVA DE COMPACTACION – CANTERA ROSAPAMBA

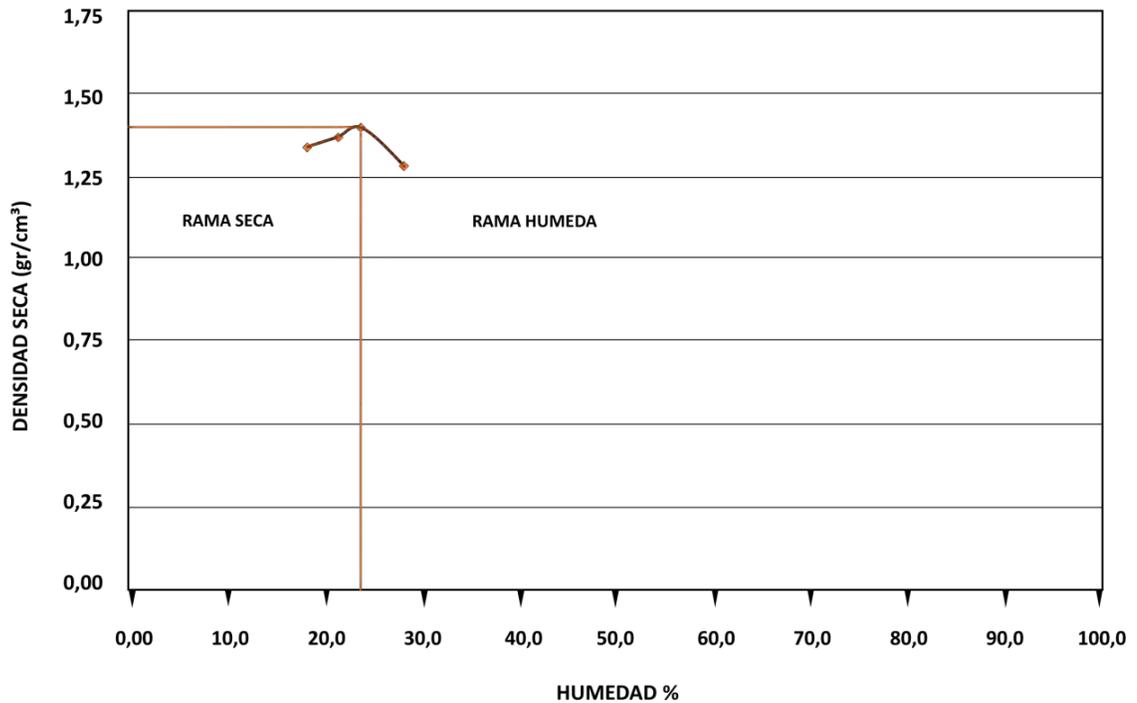


Tabla 26. Resultados de proctor modificado, cantera Rosapamba

16.5.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA, CANTERA ARMENIA

Como se había dicho, para la utilización del suelo como material de construcción es de vital importancia realizar el análisis granulométrico, la información obtenida permite predecir movimientos, lesiones, fallas posibles de presentarse al proyectar una obra donde el suelo sea el material de construcción.



Figura 24. Proceso de granulometría, cantera Armenia

CANTERA ARMENIA								CONCLUSIONES	
PESO INICIAL 1000 gr				PESO LAVADO 736 gr				MATERIALES PRESENTES	MATERIAL PREDOMINANTE
TAMIZ	ABERTURA TAMIZ mm	PESO RETENIDO gr	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	PESO RETENIDO gr	% retenido		
3/8	9,525	37.48	5.09	5.09	94.91	37.48	5.09	GRAVAS	
4	4,75	136.68	18.57	23.66	76.34	136.68	18.57	MATERIAL DE TEXTURA GRUESA	
10	2	168.78	22.93	46.59	53.41	409.16	55.59	MATERIAL DE TEXTURA MEDIA	
40	0,420	240.38	32.66	79.25	20.75				
100	0,150	89.28	12.13	91.38	8.62	121.76	16.54	MATERIAL DE LOS MATERIALES DE CARÁCTER MIXTO ENTRE GRUESOS Y MEDIOS FINA – LIMOS Y ARCILLAS. LA MUESTRA, LO QUE HACE QUE SEA EL MATERIAL PREDOMINANTE.	
200	0,075	32.48	4.41	95.79	4.21				
FONDO	-	30.88	4.19	99.98	0.02				
		736							

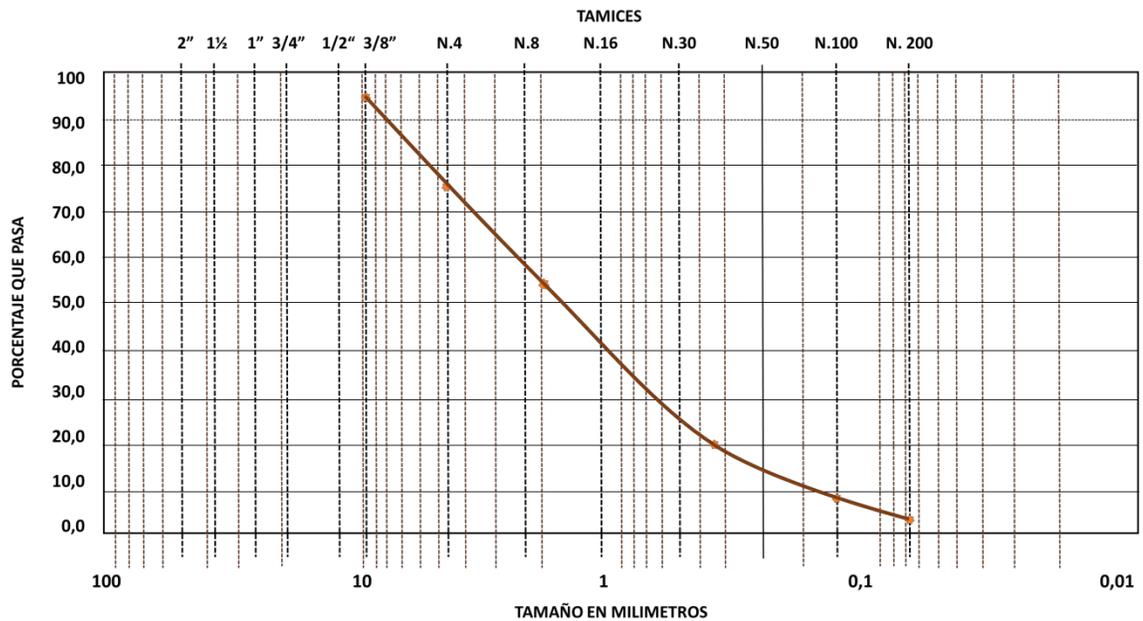


Tabla 27. Resultados de granulometría, cantera Armenia

16.5.2. ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO, CANTERA ARMENIA

Como se había dicho, el ensayo de límite líquido y plástico se realiza con el fin de identificar y clasificar el suelo, el límite líquido en ocasiones se utiliza para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.



Figura 25. Proceso de límite líquido y plástico, cantera Armenia

CANTERA ARMENIA – LIMITE LIQUIDO				
No. LATA	48	70	27	39
PESO S – H + LATA (gr)	44,28	43,81	44,47	45,80
PESO S + LATA (gr)	34,70	33,81	33,76	34,65
PESO LATA (gr)	4,28	3,81	4,47	5,80
PESO SUELO SECO (gr)	30,42	30	29,29	28,85
PESO AGUA (gr)	9,58	10	10,71	11,15
CONTENIDO HUMEDAD (%)	31,49	34,3	36,56	38,64
No. GOLPES	38	25	16	11

CASA ARMENIA – LIMITE PLASTICO		
No. LATA	39	48
PESO S – H + LATA (gr)	23,80	23,8
PESO S - S + LATA (gr)	19,52	19,03
PESO LATA (gr)	3,80	3,58
PESO SUELO SECO (gr)	15,72	15,45
PESO AGUA (gr)	4,28	4,77
CONTENIDO HUMEDAD (%)	27,22	30,87

Tabla 28. Resultados de límite líquido y plástico, cantera Armenia

16.5.3. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO, CANTERA ARMENIA

Como se había dicho, el objeto de este ensayo es obtener la relación densidad-humedad para un esfuerzo de compactación dado sobre un suelo particular. El ensayo estándar consiste en tomar 3 kilogramos de suelo, pasarlo a través del tamiz № 4 añadir agua, compactarlo en un molde 944 cm³ en tres capas de 25 golpes por capa de un martillo de compactación de 24 N con caída de 0.305m en el suelo.



Figura 26. Proceso de proctor modificado, cantera Armenia

VOLUMEN DEL MOLDE		2.104,9 cm ³			
PRUEBA Nº		1	2	3	4
Peso suelo más molde	gr	10.470	10.465	10.660	10.585
Peso del molde	gr	6.780	6.780	6.780	6.780
Peso suelo húmedo compactado	gr	3690	3685	3880	3805
Peso suelo húmedo + tara	gr	745	745	745	740
Peso volumen seco + tara	gr	665,6	664,3	646,9	615,5
Peso tara	gr	140	140	140	145
Peso agua	gr	99,4	100,7	118,1	144,5
Peso suelo seco	gr	505,6	504,3	486,9	470,5
Contenido de agua en %	%	18,53	18,73	22,71	30,2
Densidad suelo húmedo gr/cm ³	gr/cm ³	1,72	1,74	1,785	1,74
Densidad de suelo seco gr/cm ³	gr/cm ³	1,34	1,349	1,579	1,462
		DENSIDAD MÁXIMA – MDS gr/cm ³			
		HUMEDAD OPTIMA – OCH %			

CURVA DE COMPACTACION – CANTERA ARMENIA

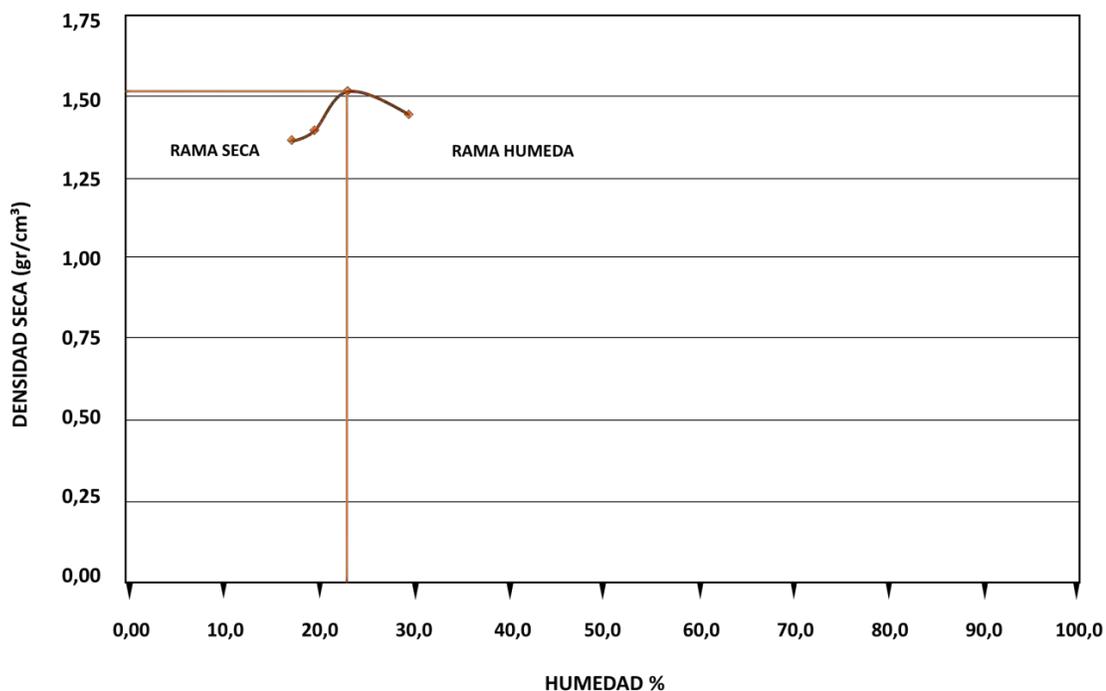


Tabla 29. Resultados de proctor modificado, cantera Armenia

16.6 SINTESIS DE PRUEBAS DE LABORATORIO

A MUESTRAS DE CANTERAS

16.6.1 SINTESIS DE PRUEBAS, CANTERA COMINAGRO

16.6.1.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA

- En el ensayo de la cantera Cominagro, se puede deducir que, tenemos la presencia de materiales, identificados como material de contextura gruesa, materiales finos (limos y arcillas).
- El 17,16% son materiales de contextura gruesa, con un peso de 70,26 gramos, los materiales de contextura media fueron de un 27.4%, con un peso de 11,12 gramos.
- El 43,37% son materiales finos (limos y arcillas), con un peso de 185,72 gramos.
- El material predominante fue el de materiales de contextura fina, con el 43,37% del total de la muestra, que fue de 409,3 gramos.

16.6.1.2 ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLASTICO

- Con este ensayo se puede deducir que el límite líquido del suelo es de 38.5%.
- Con este ensayo se puede deducir que el límite plástico es de 36.95%.
- Con este ensayo se puede deducir que el índice de plasticidad es de 1.55%.
- El porcentaje de humedad ideal, se obtiene a los 25 golpes, en la cazuela de Casa Grande, siendo éste de un valor de 38.5%.

16.6.1.3 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

- Con este ensayo se puede deducir que la densidad seca máxima es de 1.29 gr/cm³.
- Con este ensayo se puede deducir que el porcentaje de humedad óptima es de 34.13%.
- La grafica nos permite deducir que la rama seca se ubica a la izquierda de la curva, la rama húmeda se ubica a la derecha de la curva, en donde la relación de densidad vs humedad es ascendente y descendente, respectivamente.

16.6.2 SINTESIS DE PRUEBAS, CANTERA ROSAPAMBA

16.6.2.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA

- En el ensayo de la Cantera Rosapamba, se puede deducir que, tenemos la presencia de materiales, identificados como gravas, material de contextura gruesa, materiales finos (limos y arcillas).
- El 4.17% son materiales identificados como gravas, con un peso de 26,9 gramos, el 12.73% son materiales de contextura gruesa, con un peso de 55.21 gramos, los materiales de contextura media fueron de un 73.4%, con un peso de 474.11 gramos.
- El 11.4% son materiales finos (limos y arcillas), con un peso de 71.92 gramos.
- El material predominante fue el de materiales de contextura media, con el 73.4% del total de la muestra, que fue de 645 gramos.

16.6.2.2 ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLASTICO

- Con este ensayo se puede concluir que el límite líquido del suelo es de 42.08%.
- Con este ensayo se puede concluir que el límite plástico es de 33.4%.
- Con este ensayo se puede deducir que el índice de plasticidad es de 8.65%.
- El porcentaje de humedad ideal, se obtiene a los 25 golpes, en la cazuela de Casa Grande, siendo éste de un valor de 42.08%.

16.6.2.3 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

- Con este ensayo se puede deducir que la densidad seca máxima es de 1.35 gr/cm³.
- Con este ensayo se puede deducir que el porcentaje de humedad óptima es de 21.8%.
- La grafica nos permite deducir que la rama seca se ubica a la izquierda de la curva, la rama húmeda se ubica a la derecha de la curva, en donde la relación de densidad vs humedad es ascendente y descendente, respectivamente.

16.6.3 SINTESIS DE PRUEBAS, CANTERA ARMENIA

16.6.3.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA

- En el ensayo de la Cantera Armenia, se puede deducir que, tenemos la presencia de materiales, identificados como gravas, material de contextura gruesa, materiales finos (limos y arcillas).
- El 5.09% son materiales identificados como gravas, con un peso de 37.4 gramos, el 18.5% son materiales de contextura gruesa, con un peso de 136.6 gramos, los materiales de contextura media fueron de un 55.5%, con un peso de 409.16 gramos.
- El 16.5% son materiales finos (limos y arcillas), con un peso de 121.7 gramos.
- El material predominante fue el de materiales de contextura media, con el 55.5% del total de la muestra, que fue de 736 gramos.

16.6.3.2 ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y PLASTICO

- Con este ensayo se puede deducir que el límite líquido del suelo es de 34.3%.
- Con este ensayo se puede deducir que el límite plástico es de 29.04%.
- Con este ensayo se puede deducir que el índice de plasticidad es de 5.25%.
- El porcentaje de humedad ideal, se obtiene a los 25 golpes, en la cazuela de Casa Grande, siendo éste de un valor de 34.3%.

16.6.3.3 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

- Con este ensayo se puede concluir que la densidad seca máxima es de 1.57 gr/cm³.
- Con este ensayo se puede concluir que el porcentaje de humedad óptima es de 22.71%.
- La grafica nos permite concluir que la rama seca se ubica a la izquierda de la curva, la rama húmeda se ubica a la derecha de la curva, en donde la relación de densidad vs humedad es ascendente y descendente, respectivamente.

17. PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE A MUESTRAS DE SUELO MEJORADO DE LAS EDIFICACIONES SELECCIONADAS Y DE LAS CANTERAS: COMINAGRO, ROSAPAMBA, ARMENIA

17.1 ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

En la gráfica se muestra el proceso de elaboración de núcleos con suelo mejorado, y a continuación, el cuadro de resultados al ensayo de compresión simple de los mismos, se registra la capacidad de carga de los suelos sometidos a tratamientos que tiene por objeto hacerlos más aptos para ser empleados como material de construcción; además la información registrada permite conocer cuál de las tipologías de suelo una vez realizado el proceso de estabilización ofrece mayor capacidad de resistencia a los esfuerzos de compresión.



Figura 27. Proceso elaboración muestras con suelo mejorado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (PSI)			
NUCLEO	CASA GUERRERO	CASA ALCALDÍA	CASA CALLE 17 – CRA 26
Suelo + Cemento	303,12	206	416,25
Suelo + Cal natural	50,76	69,61	78,32
Suelo + Melaza	91,37	55,11	68,16
Suelo + Acronal	55,11	68,16	71,06
Suelo + Aceite quemado	31,90	33,35	24,65
Suelo + Fibra	75,13	72,51	68,03
Suelo en su estado natural			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (PSI)			
NUCLEO	MINA COMINAGRO	MINA ARMENIA	MINA ROSA PAMBA
Suelo + Cemento	282,28	430,76	208,85
Suelo + Cal natural	137,78	123,28	160,99
Suelo + Melaza	104,42	107,32	66,71
Suelo + Acronal	82,67	113,12	95,72
Suelo + Aceite quemado	47,85	49,31	34,80
Suelo + Fibra	85,57	136,33	115,98
Suelo en su estado natural	79,77	427,86	81,22

Tabla 30. Resultados ensayo de compresión simple, muestras con suelo mejorado

17.2 SINTESIS ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE, MUESTRAS CON SUELO MEJORADO

- El suelo que ofrece mayor resistencia a la compresión y capacidad de carga es el obtenido en la cantera identificada como Mina Armenia, su composición granulométrica está definida por: un 5,09% de gravas, 18,57% de material de contextura gruesa, 55,59% material de contextura media y 16,54 material de contextura fina – limos y arcillas, por ello clasifica en el grupo SP en la tabla de clasificación de suelos con base en el SUCS.

18. CRITERIOS NORMATIVOS

18.1 CONCEPTO NORMA NSR -10 – TITULO E, CAPITULO E.3.2.1 UNIDADES DE MAMPOSTERIA

- “Resistencia unidades de mampostería maciza a la compresión 140 Kgr/cm².”
- “Espesores mínimos nominales para muros. Zona de amenaza alta 10 a 11 cm.”
- “Distancia libre vertical 25 veces el espesor del muro.”
- “Longitud libre horizontal – La distancia libre horizontal no puede exceder 35 veces el espesor efectivo del muro, Se debe contemplar como distancia libre horizontal la existencia entre columnas.”

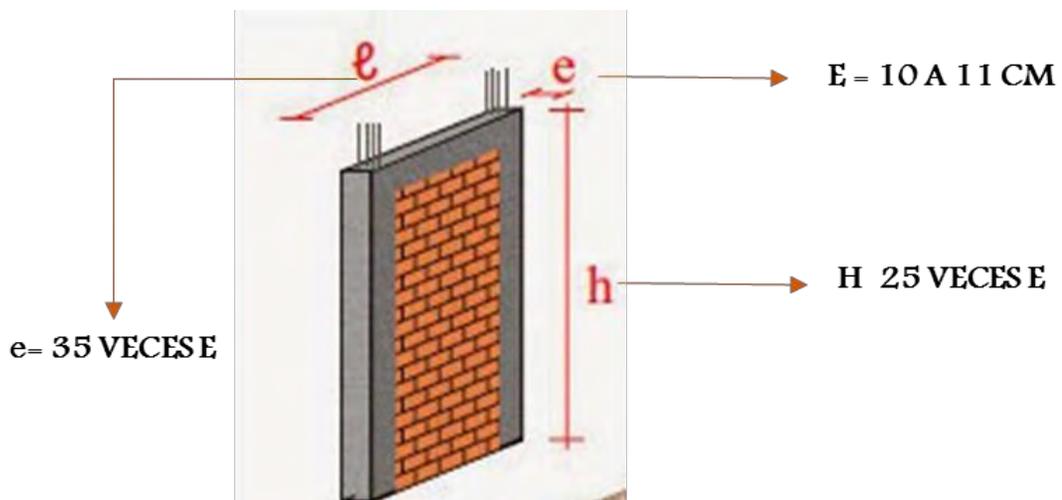


Figura 28. Ilustración especificaciones de un muro en mampostería, NSR-10

18.1.1 MUROS EN SUELO APISONADO

Para el ensayo de compresión simple la Norma Alemana DIN permite de 20 A 50 Kgr/cm²- de resistencia, con un mínimo de 5 Kgr/cm².

En el desarrollo del proceso investigativo encontramos como resultado del levantamiento arquitectónico una estrecha relación entre los espesores de muros en suelo apisonado y la distancia vertical y horizontal de los mismos.

Lo cual genera las siguientes condicionantes: La altura de los muros está definida por el resultado de multiplicar el espesor del muro por 5,4 veces y su longitud libre horizontal resulta de multiplicar 7,30 veces el espesor del muro.

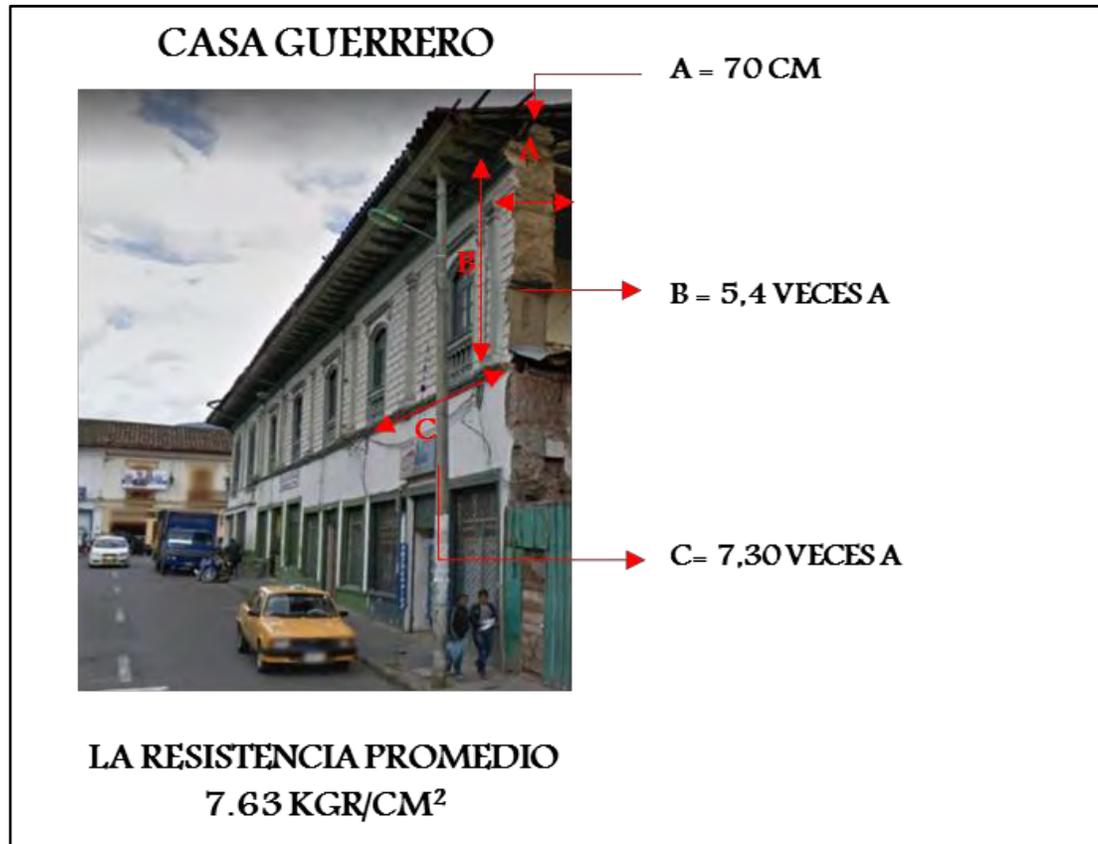


Figura 29. Ilustración de proporciones y resistencia del muro en suelo apisonado

18.2 CONCEPTO NORMA NSR -10 – TITULO E, CAPITULO E.3.2.1 UNIDADES DE MAMPOSTERIA

- “Confinamiento de muros en las dos direcciones principales implementando el sistema de vigas, viguetas y columnas.”
- “Muros confinados en las dos direcciones, deben tener longitudes similares, para una respuesta uniforme a las cargas sísmicas en el rango inelástico.”

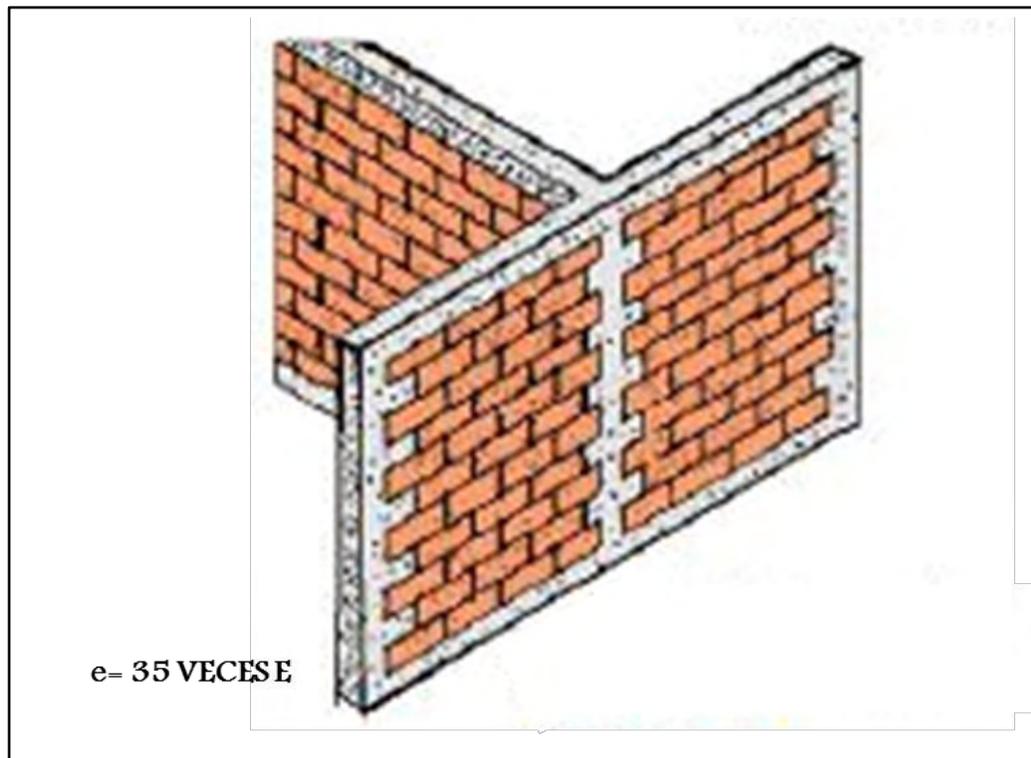


Figura 30. Ilustración especificaciones de un muro en mampostería, NSR-10

18.2.1 MUROS EN SUELO APISONADO

- En el sistema de muros en suelo apisonado se implementa la técnica de confinamiento a través de elementos en madera de tipo burdo o machimbrada, elementos que se ubican en los niveles de entrepiso y nivel de cubierta.
- Complementario a este sistema están las formas constructivas identificadas como través de muros los cuales llevan internamente elementos en madera y en algunos casos elementos en piedra o arcilla cocida tales como ladrillos.

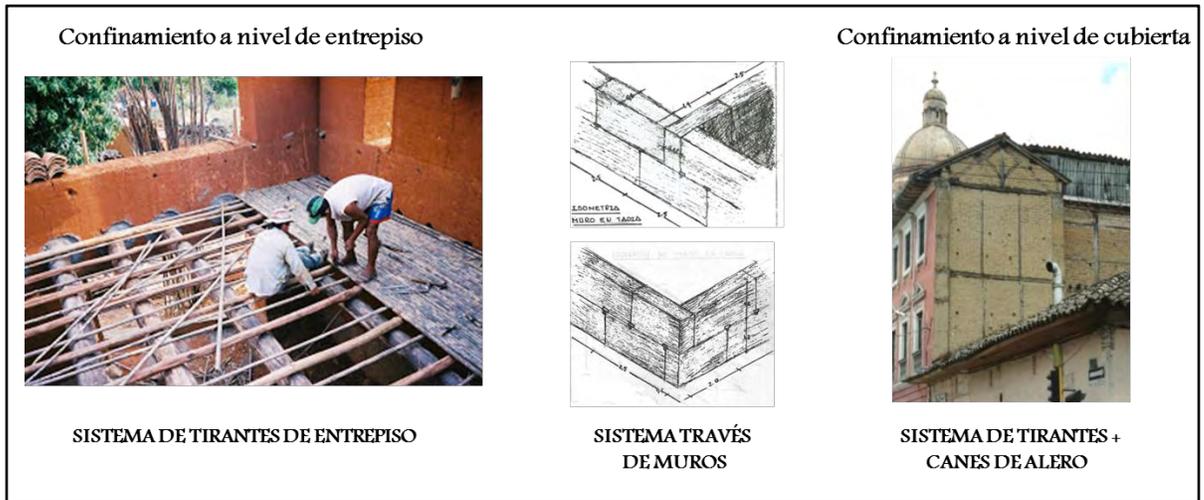


Figura 31. Ilustración de características, muro en suelo apisonado

18.3 CONCEPTO NORMA NSR -10 – TITULO E, CAPITULO E.3.2.1 UNIDADES DE MAMPOSTERIA

- “Simetría y rigidez torsional de la edificación.”
- “Los muros confinados deben ubicarse buscando la mejor simetría y la mayor rigidez torsional de la edificación.”
- “Regularidad tanto en planta como en altura, debe evitarse irregularidades geométricas.”

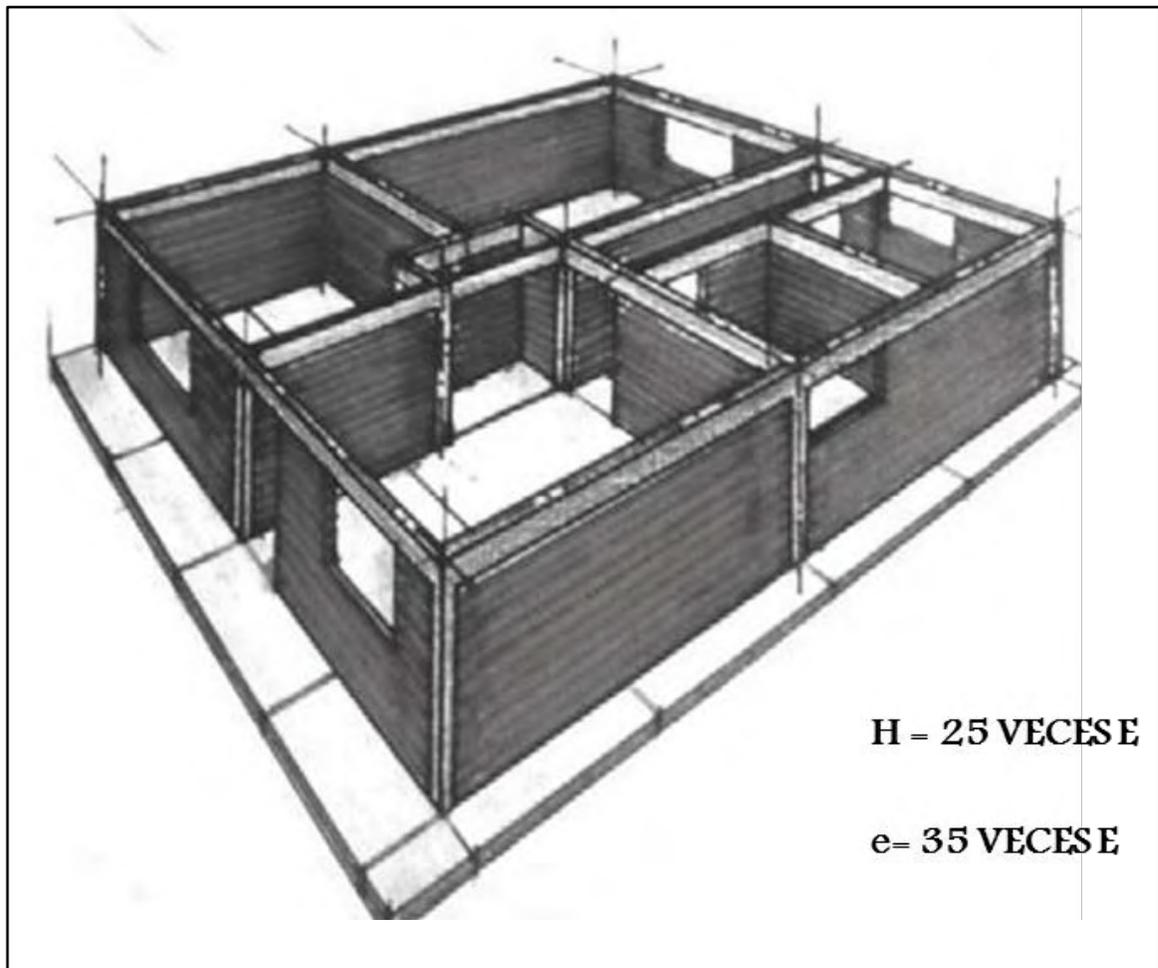


Figura 32. Ilustración especificaciones de un muro en mampostería, NSR-10

18.3.1 MUROS EN SUELO APISONADO

- La lectura realizada en el desarrollo del trabajo de investigación, sobre el manejo espacial implementado en las edificaciones tema de estudio permite afirmar que las obras arquitectónicas se adaptan a los conceptos normativos establecidos en la norma N S R 10.
- En cuanto a simetría, rigidez, regularidad tanto en planta como en altura; La anterior afirmación esta soportada en el registro fotográfico, plantas arquitectónicas y detalles en corte.

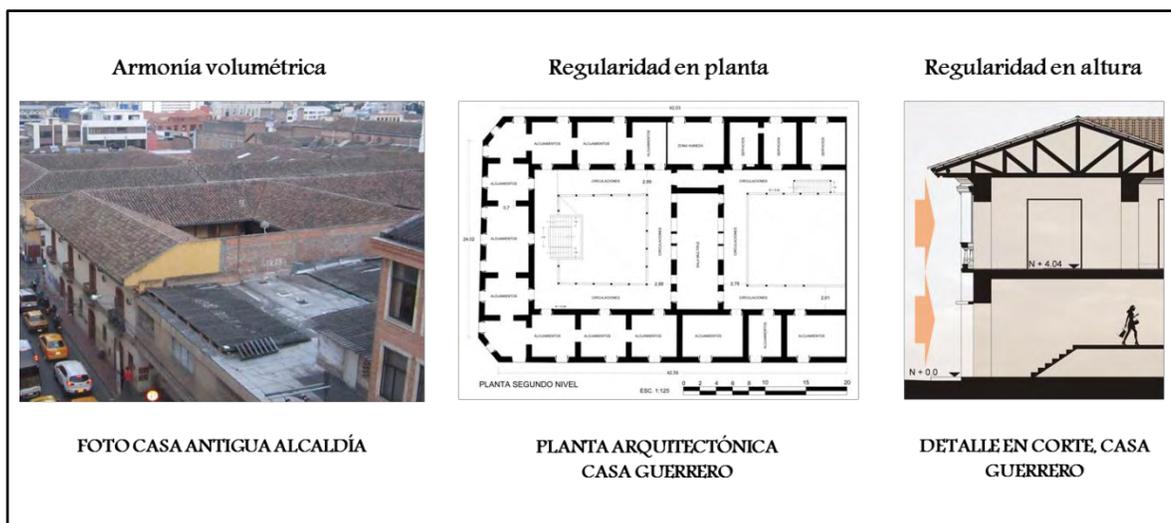


Figura 33. Ilustración de características, muro en suelo apisonado

18.4 CONCEPTO NORMA NSR -10 – TITULO E, CAPITULO E.3.2.1 UNIDADES DE MAMPOSTERIA

- “La abertura de los muros deben ser pequeñas bien espaciadas y no estar ubicadas en las esquinas, el área del vano no debe ser mayor del 45% del área total del muro.”
- “La distancia mínima entre aberturas de vanos debe ser mayor a 500mm.”
- “Refuerzo de aberturas con vigas y columnas en concreto.”

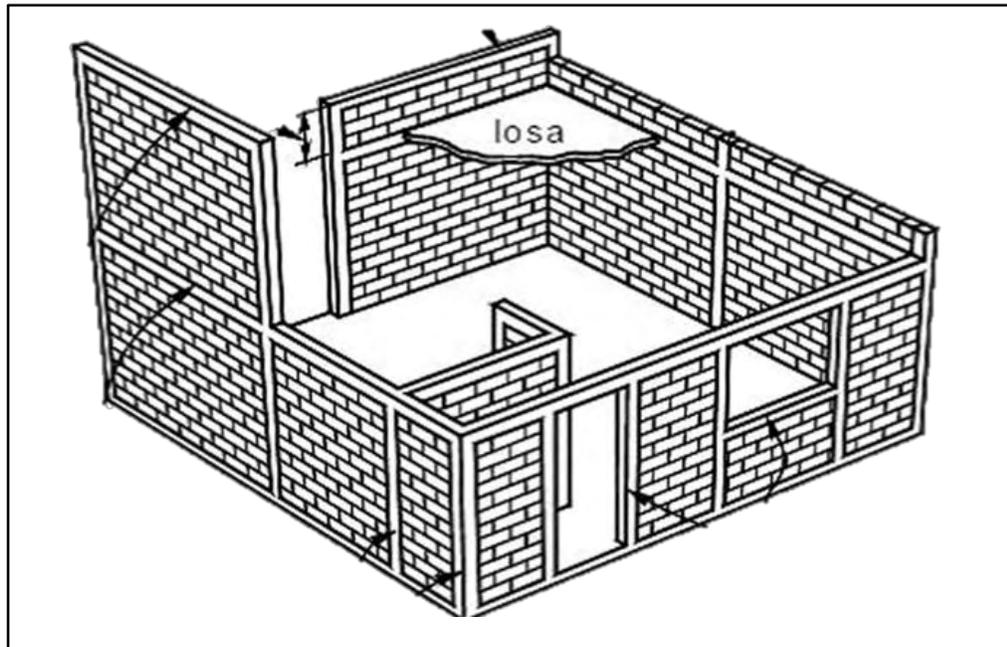


Figura 34. Ilustración especificaciones de un muro en mampostería, NSR-10

18.4.1 MUROS EN SUELO APISONADO

- La distribución de los vanos le imprimen armonía a la composición de los diferentes planos de las fachada, la ubicación, el área de vanos no superan el rango recomendado en la norma N S R 10; el área promedio manejada para los vanos es de 19,66% con relación al área de los muros.
- Para el espaciamiento de los vanos se manejan distancias que van de los 2,28 ml a los 4,12 ml, la propuesta de confinamiento se realiza empleando maderos los cuales se ubican en sentido horizontal y vertical.



Figura 35. Ilustración de características, muro en suelo apisonado

19. CONCLUSIONES GENERALES DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO A EDIFICACIONES SELECCIONADAS Y MUESTRAS DE CANTERAS

- La realización de las pruebas de laboratorio a las diferentes tipologías de suelo empleado en la construcción de los muros en tapia pisada, permitió identificar que los suelos empleados para la construcción de dichos muros están constituidos por: Arena gruesa, media, fina, complementada con la presencia de limos, arcillas y gravas de contextura gruesa y fina.
- A partir de los ensayos de laboratorio realizados a las tipologías de suelos empleados en la proyección de las edificaciones tema de estudio se pudo observar que la capacidad de carga de los muros en tapia pisada está determinada por la adecuada gradación del suelo, el contenido de humedad y el nivel de compactación aplicada.
- Realizado el comparativo de los resultados de los ensayos de compresión simple, Se distinguió que el muro con mayor capacidad portante, corresponde a la edificación identificada como Casa Guerrero; el cual fue trabajado con una tipología de suelo cuya gradación está definida por la presencia de: Un 5,87% de grava fina, 7,69% de arena gruesa, 22% de arena media, 60,25% de arena fina y la presencia de 3,77% de limos y arcillas. Lo que genera las condiciones apropiadas para que el muro obtenga una capacidad portante promedio de 0,76 Mega pascales, 109,11 PSI, 76,38 Ton/m², 7,6 Kg/cm².
- Se observó que los suelos con mayor cantidad de materiales finos requieren de un % mayor de contenido de humedad, para lograr una cohesión y estabilización adecuada del suelo. Esta afirmación resulta de la interpretación de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio: Proctor modificado, límite líquido y límite plástico realizados a las tipologías de suelo empleados en la construcción de las edificaciones identificadas como Casa Guerrero, Casa Antigua Alcaldía y Casa calle 17 con carrera 26 esquina.

- Compactar un suelo por medios mecánicos en presencia de un % adecuado de agua, permite aumentar el peso unitario, su capacidad de resistencia para asimilar cargas que generan su propio peso y las que le son aferentes.
- La realización de las prácticas de laboratorio, especialmente el ensayo de proctor modificado, permitió establecer que si dentro del proceso de compactación se varían los porcentajes de contenido de humedad, los pesos resultantes, la capacidad de carga y la resistencia a la compresión también sufre modificaciones.
- Los ensayos de límite líquido y plástico permitieron establecer que el % de agua agregado a cada uno de los suelos define su estado de consistencia, permitiendo lograr el tránsito de los suelos, desde un estado sólido, a un estado semisólido, blando, y líquido.
- Se distinguió que a mayor porcentaje de humedad en los suelos empleados para construir bloques en suelo apisonado, se generan deformaciones, se pone en riesgo la estabilidad del muro y se disminuye su capacidad portante.
- Finalmente se puede concluir que para obtener un suelo acorde a los requisitos establecidos en las especificaciones técnicas de construcción acordadas en la propuesta de obra, y en la normativa establecida para construcciones con suelo apisonado; se deben seleccionar suelos bien gradados, a los cuales se les adicionará el % de agua adecuado con el objeto de lograr una buena cohesividad y estabilización adecuada del suelo.
- La documentación sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo permite colocar a dicho material como una alternativa a implementar, no solo en la Arquitectura domestica sino también en edificaciones de otras connotaciones.

20. RECOMENDACIONES

20.1 OBTENCION DEL MATERIAL

- Reconocimiento del lugar donde se va a extraer el suelo que será empleado como material de construcción.
- Extracción de la muestra la cual deberá ser representativa de los materiales existentes en el sitio.
- El propósito de la etapa de reconocimiento tiene por objetivo identificar y clasificar las propiedades del suelo en su lugar de origen, el paso siguiente es la toma de una porción del suelo para realizar su correspondiente estudio.

20.2 DETERMINACIONES EN EL LABORATORIO

- Para proyectos de construcción donde se implemente la técnica de muros en suelo apisonado se recomienda recurrir a un laboratorio de materiales para realizar el correspondiente análisis granulométrico y otros ensayos posibles de realizar en dicho laboratorio.
- Se recomienda implementar las siguientes determinantes de laboratorio: Análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico, proctor modificado, con el objeto de comprobar que el material seleccionado es apto para ser utilizado como material de construcción.
- Con los ensayos planteados se puede determinar además de su composición granulométrica, los cuatro estados de consistencia del suelo: Líquido, plástico, semisólido y sólido. El límite líquido define el contenido de agua entre el estado líquido y plástico, igualmente con el límite plástico se define el contenido de agua en porcentaje en el límite de estado plástico y semisólido del suelo, el ensayo de proctor modificado permite establecer que la resistencia a compresión del suelo depende de su composición granulométrica, del contenido de agua y del grado de compactación.

20.3 PROCESO DE MEZCLADO EN OBRA

- En obra es recomendable manejar un contenido de humedad necesaria para que el suelo según el procedimiento técnico a implementar, reúna las condiciones propias para ser utilizado en la construcción de bloques en suelo apisonado.
- Agregar el agua en porcentaje óptimo, con el objeto de obtener un suelo suficiente lubricado, de tal manera que los granos del suelo se desplacen fácilmente y el peso unitario se aumente.



Figura 36. Proceso de humedecido del suelo en obra

- Si al suelo en el proceso de preparación se le agrega la suficiente agua, entonces se logran resultados excelentes en el proceso de amasado, mezclado, curado y se generan las condiciones óptimas para el incremento de la cohesividad. Teniendo en cuenta el agua retenida en el suelo en su estado natural en la obra identificada como Casa Erazo ubicada en el municipio de Yacuanquer, vereda Mejía, a 480 Kgr de suelo se le agregan 20 litros de agua.

20.4 PROCESO CONSTRUCTIVO EN OBRA

- Para lograr la densidad planteada en las especificaciones técnicas de construcción, establecidas en la propuesta de obra, es recomendable aumentar la energía de compactación, incrementando el número de pasadas del martillo, reducir el espesor de las capas por lo cual la energía por unidad de espesor aumenta.



Figura 37. Proceso constructivo del muro en suelo apisonado

- El personal interesado en utilizar la técnica de bloques en suelo apisonado deberá implementar durante el proceso constructivo de su proyecto arquitectónico, los conceptos planteados en las recomendaciones sugeridas con el objeto de aumentar la energía de compactación para el suelo.

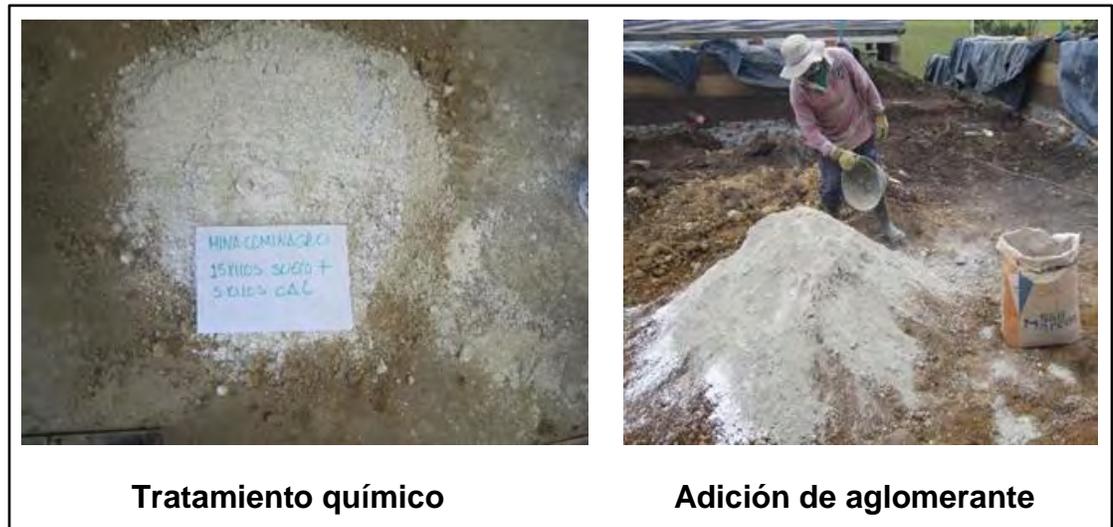
20.5 SISTEMAS BASICOS DE ESTABILIZACION DEL SUELO

- Implementar tratamientos al suelo con el objeto de hacerlo más apto para ser empleado como material de construcción.
- Adicionar al suelo agentes estabilizadores, para lograr que el suelo sea un material de mayor calidad técnica y de mayor permanencia en el tiempo.



Consolidación del suelo

Permeabilización del suelo



Tratamiento químico

Adición de aglomerante

Figura 38. Sistemas básicos de estabilización del suelo

- El uso del suelo simplemente compactado, a pesar de sus buenas cualidades resistentes, es vulnerable a la humedad y se erosiona por la acción de agentes externos, por lo cual se hace pertinente implementar ciertos tratamientos que hagan del suelo un material apto para ser utilizado como material de construcción.
- Para evitar fisuras generadas por efectos de retracción, es pertinente añadir arena para reducir el contenido relativo de arcilla, adición de fibras de tipo vegetal o sintético e implementar la adición de materiales derivados de asfaltos refinados tales como: Igasol cubierta, igol denso y emulsiones a base de resinas, (Sikalatex, colbón, acronal, melaza).
- Para reducir las fisuras por retracción e incrementar el tiempo de secado, se debe proteger la obra del asoleamiento y la brisa, de tal manera que se genere un proceso de secado homogéneo y lento.



Figura 39. Sistemas básicos de estabilización del suelo

- Es posible la aplicación de determinados productos comerciales existentes para mejorar el comportamiento del suelo; aunque su fabricación no haya sido para este fin, puesto que se usa principalmente para otra tipología de materiales como los morteros y concretos a base de cemento. Como complemento a los materiales registrados en las imágenes están: El Sikacem, Sika 1, Azufre, Aceite de oliva, Ceniza.

21. BIBLIOGRAFIA

ARANGO, SILVIA. Historia de la Arquitectura en Colombia.

ARBELAEZ, C.C. Y S. SEBASTIAN. Arquitectura colonial en la historia extensa de Colombia. Vol. XX. Tomo 4. Bogotá, Editorial Lerner.

ARCHIVO HISTORICO DE LA CIUDAD DE PASTO.

ARCHIVOS NOTARIALES.

BORRERO, ALFONSO. Preservación y restauración de monumentos arquitectónicos.

MARTINEZ, CARLOS. Apuntes sobre el urbanismo en el nuevo Reino de Granada.

MATERIAL, PUBLICADO POR ENTIDADES ENCARGADAS DE LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO NACIONAL.

PASTO A TRAVES DE LA FOTOGRAFÍA.

URBANISMO ESPAÑOL EN AMERICA. Madrid, Editorial N.O. 1973.

LEY 11584 Y OTRAS NORMAS REGLAMENTARIAS SOBRE PATRIMONIO INMUEBLE.

ACEVEDO OLIVA, ROMINA – CARRILLO ZUÑIGA, OSCAR. VALIDACIÓN ANTE LA NORMA CHILENA DE SISTEMA CONSTRUCTIVO EN MADERA, FARDOS DE PAJA Y TIERRA.

FONDO PARA LA RECONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO SOCIAL DEL EJE CAFETERO. MANUAL PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN ADOBE Y TAPIA PISADA.

GATTI, FABIO. Arquitectura y construcción en tierra.

GUERRERO BACCA, LUIS FERNANDO. El tapial sistema constructivo patrimonial.

AFANADOR GARCIA, NELSON – CARRASCAL DELGADO, MAYERLY – BAYONA CHINCHILLA, JOSEPH. Experimentación, comportamiento y modelación de la tapia pisada.

ARIAS RODOLFI, CHEMANÉ. La tapia como técnica constructiva actual en las parroquias Chacatá y el Molino – estado de Mérida Venezuela.

FOND F. – HIDALGO P. La tapia en España - Técnicas actuales y ejemplos.

MINGKE, GERNOT. Manual de construcciones para viviendas antisísmicas de tierra. Universidad de Kassel – Alemania – Abril 2005.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC – 4205.

MAZARRÓN, F.R. – CAÑAS, I. Las normativas de construcción con tierra en el mundo.

PROYECTO DE ACTUALIZACIÓN DE LA NORMATIVA E 080. VICEMINISTERIO DE CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO – PERÚ.

MALDONADO RAMOS, LUIS – PASCUAL, FRANCISCO J. La técnica del tapial en la comunidad autónoma de Madrid aplicación de nuevos materiales para la consolidación de muros de tapia.

PANTOJA, EDUARDO CAMPO. Pasto Arquitectura Procesos Constructivos en Tierra. AÑO 2006.

NSR – 10 TITULO E – CASAS DE UNO Y DOS PISOS

SIKA ANDINA S.A. Manual de productos SIKA.

SIKA ANDINA S.A. SIKARTILLA: Práctica para construir, reparar o mantener su vivienda.

TOXEMENT S.A. Catálogo general, especificaciones técnicas TOXEMENT.

GUERRERO, BAGLIONI A. La rehabilitación de Edificios Urbanos, Tecnologías para la Recuperación, Colección Arquitectura/perspectivas. Bogotá: Editorial Gustavo Gili.

SEGURA BENAVIDES, GIOVANNY. Intervención Casa Guerrero. San Juan de Pasto. Año 2016.

DAZA, CLAUDIA – TUMAL, DELLY – MEJIA, GUSTAVO – MENESES, PABLO. Restauración Casa Antigua Alcaldía. San Juan de Pasto. Año 1998.

MORA O., JOHANA – CHAVES, VLADIMIR. Intervención Casa calle 17 con carrera 26 esquina. San Juan de Pasto. Año 2015.

SALAMANCA, FRANCISCO – MENDOZA LAVERDE, CAMILO. Levantamientos Arquitectónicos y Urbanos – Manual de procedimiento. Bogotá: Publicación del Centro Nacional de Restauracion.1991.