

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**EVALUACIÓN DEL ESFUERZO ADMISIBLE DEL ADOBE
ESTABILIZADO CON FIBRAS DE PET TRITURADO EN LA
ZONA DE MOLLEPATA PROVINCIA DE HUAMANGA
DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2016**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

NERIO QUISPE CRISES

AYACUCHO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme culminar con el objetivo de ser profesional y guiarme por el buen camino.

A mis padres, Aurelio Quispe y Paulina Crises, con todo cariño por haberme dado la vida y apoyo incondicional durante este largo camino de alegrías y tristezas.

A mi hijo Nerio Andy Quispe, que es la razón de esforzarme cada día, es mi principal motivación.

AGRADECIMIENTOS

Con gratitud, debo expresar mis sinceros reconocimientos:

Agradecerle a Dios por permitir llegar hasta este punto tan importante de mi vida y poder cumplir el sueño anhelado de llegar a ser profesional.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; por haberme acogido en sus aulas y permitir mi formación académica durante los cinco años, otorgándome un perfil profesional acorde a la necesidades del ámbito nacional y al fortalecimiento de conocimientos técnicos necesarios para contribuir en el desarrollo de nuestro país.

A mis docentes y amigos, por su incansable apoyo y su sabios consejos gracias a Uds.

A mis familiares, por su constante ánimo y apoyo de forma incondicional durante todo este largo camino.

Al Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán, mi asesor por su motivación y constante orientaciones logro que culminemos con éxito este trabajo de investigación.

Agradezco a Delay-Ingenieros del Ing. Arturo Delgado Baldeón por su valioso apoyo con su laboratorio de Mecánica de suelos

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Índice de figuras	v
Índice de cuadros	vi
Índice de gráficas	vii
Índice de fotografías	viii
Índice de mapas	viii
Resumen	ix
Introducción	1
CAPITULO I MARCO TEÓRICO	
1.1 Adobe.....	3
1.2 Materiales Utilizados para la construcion de vivienda	9
1.3 Estudios del suelo.....	12
1.4 Tipos de suelo.....	16
1.5 Muestreo del suelo.....	19
1.6 Características físicas y mecánicas del suelo.....	20
1.7 Granulometría.....	20
1.8 Zonificación geotécnica de Ayacucho.....	26

1.9 Desarrollo de la normatividad.....	28
1.10 Tamaño y Dimensiones del adobe.....	29
1.11 Esfuerzos admisibles.....	30
1.12 Como mejorar la tierra para las construcciones de adobe.....	30
1.13 Concepto de PET.....	31
1.14 Construcción del adobe	39
CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 Ubicación de la zona de estudio.....	46
2.2 Descripción de la zona del estudio.....	48
2.3 Variables de estudio.....	48
2.4 Vías de acceso.....	49
2.5 Climatología	49
2.6 Materiales	50
2.7 Métodos.....	51
2.7.1 Fase Preliminar	51
2.7.2 Fases de campo.....	53
2.7.3 Fase de gabinete.....	62
CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1 De las pruebas de existencia.....	65
CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1 CONCLUSIONES.....	74
4.2 RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01	Triángulo de clases textural.....	15
Figura N°02	Triángulo de clases texturales según ubicación.....	16
Figura N°03	Curva granulométrico del suelo.....	23
Figura N°04	Diagrama e Imagen de PET.....	32
Figura N°05	Proceso y conformación de PET.....	35
Figura N°06	Prueba de bolitas para elaboración de adobes.....	43
Figura N°07	Prueba de suelos en rollitos.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°1	Composición física del adobe.....	6
Cuadro N°2	Viviendas de adobe en el Perú sector urbano.....	8
Cuadro N°3	Viviendas de adobe en el Perú sector rural.....	9
Cuadro N°4	Materiales predominantes en viviendas de Ayacucho....	10
Cuadro N°5	Origen y formación del suelo.....	14
Cuadro N°6	Sistemas de clasificación de suelos.....	25
Cuadro N°7	Propiedades físicas y térmicas de PET.....	35
Cuadro N°8	Vías de acceso.....	49
Cuadro N°9	Análisis del suelo.....	62
Cuadro N°10	Curva granulométrica del suelo.....	63
Cuadro N°11	Muestra realizada de adobe con lchu.....	67
Cuadro N°12	Muestra realizada de adobe con 0.5% de PET.....	68
Cuadro N°13	Muestra realizada de adobe con 1.0% de PET.....	69
Cuadro N°14	Muestra realizada de adobe con 1.5% de PET.....	70
Cuadro N°15	Muestra realizada de adobe con 2.0% de PET.....	71
Cuadro N°16	Muestra realizada de adobe con 2.5% de PET.....	72

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica N°1	Vivienda de Ayacucho según el censo 2004 y 2009.....	11
Gráfica N°2	Urbanización en ciudad de Ayacucho.....	12
Gráfica N°3	Comparación gráfica.....	73

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N°1	Ubicación y selección de cantera.....	52
Fotografía N°2	Vista panorámica de la cantera.....	52
Fotografía N°3	Selecciones y recojo de las muestras.....	53
Fotografía N°4	Prueba de suelo en bolitas.....	54
Fotografía N°5	Elaboración de ensayos rollitos.....	55
Fotografía N°6	Muestras de suelo.....	55
Fotografía N°7	Pesado de ichu.....	56
Fotografía N°8	Selección y cortado de PET.....	57
Fotografía N°9	Elaboración de moldes.....	57
Fotografía N°10	Tierra de cantera.....	58
Fotografía N°11	Agua para elaboración.....	59
Fotografía N°12	Pesado de PET.....	59
Fotografía N°13	Preparación y mezcla con PET.....	61
Fotografía N°14	Secado del adobe o bloques.....	61
Fotografía N°15	Pesado y ruptura del bloque.....	64
Fotografía N°16	Anexos.....	78

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa N°01	Ubicación y Localización Zona del estudio.....	47
-----------	--	----

RESUMEN

En la zona de Mollepata, provincia de Huamanga la mayor parte de las construcciones aún son de adobe, este material no obstante presenta problemas y dificultades relacionado a su resistencia. En tal sentido se realizó el trabajo de investigación con la intención de mejorar la estabilidad de resistencia a la comprensión de la unidad, para lo cual se emplearan cinco niveles en porcentajes de peso de Tereftalato de polietilino (PET) triturado, las que se puede conseguir en la misma zona en mayor cantidad.

Se emplearán en la fabricación de adobes con proporciones de 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5% en peso de PET triturado, y se sometieron a pruebas de ensayo de comprensión acorde a la norma E- 080 (adobe), habiéndose obtenido que el adobe estabilizado con PET triturado posee un esfuerzo admisible que aumenta en relación a las proporciones porcentuales en peso, alcanzando así una resistencia máxima de 14.24 kg/cm² por unidad.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la humanidad los primeros hombres construían bloque o adobe con tierra y a través del tiempo fueron familiarizando con sus características y aprendieron a mejorarla agregando algunas fibras vegetales para mejorar su resistencia, dando origen a materiales como el adobe.

En el Perú, el uso del adobe es muy común básicamente en zonas rurales puesto que desde tiempos inmemorables se realiza la autoconstrucción con este material. Desde entonces ha demostrado ser la respuesta apropiada y quizás, la única vía posible mediante la cual la gente de muy escasos recursos económicos pueda tener y habitar en una casa digna.

Sin embargo a pesar del bajo costo el adobe tiene la ventaja de poseer un gran aislamiento térmico, haciendo a las casas muy acogedoras. El gran problema surge cuando en las construcciones de estas viviendas no se cuenta con asesoría técnica y su elaboración tampoco tiene una forma única de preparación ni estandarización, lo que conlleva a una

construcción precaria, deficiente con el consiguiente colapso en corto periodo de construcción o ante una eventualidad de movimiento sísmico.

Según la Norma Peruana de adobe E-080, se define a este, como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos y atenué las fisuras por contracción de secado. Es decir existe una enorme posibilidad de utilizar en su construcción o elaboración muchos materiales vegetales fibrosos que incrementan su estabilidad.

En tal sentido en el trabajo por las consideraciones antes mencionadas se plantea siguiente objetivo:

- ❖ Evaluar el esfuerzo admisible del adobe estabilizado con 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5% en peso de Tereftalato de Polietileno (PET) triturados.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Adobe

Según Bautista (1992) se define como un bloque macizo hecho con barro sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos, en su fabricación se emplea tierra arcilla arenosa a la que se le quita materia orgánica y se amasa con bastante agua hasta formar un mortero suficientemente fluido para llenar todos los huecos del molde sin recurrir a la compresión, pero capaz de conservar la forma después de desmoldarlo.

De la misma define que los componentes del adobe son: la tierra, materia fibrosa y el agua, y si puede decir el uso de barro secado al sol, es muy común en algunas de las regiones más propensas a desastres del mundo, tradicionalmente a lo largo de América Latina, África, el subcontinente de India, Asia, Oriente Medio y el Sur de Europa.

También cabe señalar que existen muchas variables más que pueden determinar la calidad del adobe, ya que algunos minerales se encuentran componiendo en alto grado la tierra en ciertos lugares del planeta, que las construcciones del adobe se realizan en las zonas donde hay menos recursos económicos, cerca el 30% de la población mundial habita en este tipo de edificaciones que podemos encontrar en construcciones actuales de adobe en África, Oriente Medio o América Latina.

Bonilla (2012) señala que la tierra para el adobe debe tener una natural y adecuada proporción de arena, arcilla y limo. No existe una clasificación de suelos que determine con exactitud una relación estándar, ya que es tan variable como las variedades de la tierra que existen. Se considera que la tierra muy arenosa es débil, lo mismo que las orgánicas.

No se puede determinar qué porcentaje de arcillas y arena son recomendables, pero en informaciones obtenidas, pareciera que el contenido de arena debe ser mayor al de las arcillas sin que sobrepase el 60%.

Igual forma manifiesta que la granulometría debe ser la apropiada, menos del 45 % del material debe pasar por el tamiz N° 200, tampoco debe ser mayor que 5 mm.

Se ha observado que el componente del suelo que más influye en la resistencia es el porcentaje de arena, para suelos con bajo contenido de arena, se puede incrementar la resistencia aumentando este material hasta

un 60% ya que, a partir de este punto la resistencia no aumenta, sino que produce una pérdida de trabajabilidad, puede ocasionar demasiadas contracciones y rajaduras en los bloques del adobe.

Bautista (1992) manifiesta que el suelo apropiado para realizar elaboración de adobe es el que tiene entre el 55% al 75% de arena y entre 25% al limos (limos y arcillas), el porcentaje de arcilla debe variar entre 15% al 17% y no debe exceder el 18%, la materia orgánica no debe exceder el 0.30%.

Otros materiales para el adobe

Según éste, los materiales fibrosos tenemos como: Tereftalato de Polietileno (PET) y paja de pastos fuertes naturales y otros de acuerdo al estudio que se realiza se agrega para contrarrestar la deformación y agrietamiento del material durante el proceso de secado, por otra parte, confiere a los adobes una mayor resistencia a la comprensión, y si las fibras se disponen longitudinalmente para que actúe como una armadura que absorbe las fuerzas internas de tracción puede aconsejarse como optima la incorporación de paja secada al sol en formas adecuadas, que facilite su forma para una construcción de vivienda.

También se refiere a la construcción de paredes con bloques de adobe mezclado con paja, los adobes se deben fabricar en el lugar donde si va construir pared.

Composición física del adobe

De acuerdo a Delgado (2006) la composición física del adobe y las dimensiones varían de una a otra región donde la resistencia máxima alcanza a los 28 días y la dosificación del suelo será de arena 55 - 75%, arcilla 15 - 18% y limo 10 - 28% tal como se muestra en el Cuadro N° 01.

Cuadro N°01: Composición física del adobe

CONCEPTO	DEFINICIÓN	
PRESENTACIÓN	Las dimensiones del adobe varían de una región a otra. En función del tipo de tierra y el clima, se le añaden los aditivos más adecuados. Los más usados son la paja y cal, que proporcionan la resistencia.	
PROCEDENCIA	Lo más recomendable es fabricar en el lugar de destino que se va construir la vivienda.	
	ARENA	55 - 75 %
DOSIFICACIÓN	LIMO	10 - 28 %
	ARCILLA	15 - 18 %

Fuente: Delgado (2006)

De acuerdo éste, el adobe muestra las siguientes ventajas y desventajas.

Ventajas

Economía : Materiales se obtiene sin costo o costo mínimo.

Mano de obra : No se requiere especialización.

Es durable : Sobre todo si ha sido estabilizado.

Aislamiento térmico: crea un desfase controlable para cambios de temperatura.

Desventajas:

Requiere labor intensa: se requiere el esfuerzo de toda la familia.

Tiene mucho peso : su transporte debe hacerse con cuidado.

Son frágiles al agua : absorben agua hasta desmoronarse

Viviendas con adobe en el Perú

Según cifras del INEI (2009) las construcciones del adobe en el Perú se encuentran en zonas urbanas y rurales la típica vivienda de adobe en el Perú posee 1 ó 2 pisos que son la mayoría en especial de las zonas rurales y no cuentan con sobre cimientos adecuados con espesor de los muros variables desde 0,30 hasta a 1.00 metro, y las antiguas casonas generalmente son de mayor espaciamiento que son construidas en la época pre incaica, generalmente las construcciones de barro eran trabajos diarios pero al transcurrir de los años viene decayendo como por ejemplo en el año 2001, las construcciones de adobe o tapial es 24.6% y para el año 2013 solo 20.8% como tal se muestra en el cuadro N°02 de población urbana.

Cuadro N°02: Viviendas de adobe en el Perú sector Urbano

Material predominante en las paredes exteriores / Área de residencia	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Urbana	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ladrillo o bloque de cemento	63,0	63,7	63,8	62,9	63,5	63,7	64,9	65,7	66,4	67,4	66,2	67,0	67,2
Piedra o sillar con cal o cemento	1,3	1,6	0,8	1,0	1,0	1,1	1,0	0,7	0,9	0,9	0,8	1,0	0,8
Adobe o tapia	24,6	22,5	22,6	23,5	23,3	23,7	21,5	20,8	20,6	20,5	21,1	20,8	20,8
Quincha (caña con barro)	2,2	2,6	2,5	2,0	2,2	1,9	1,9	1,7	1,8	1,5	1,7	1,8	1,8
Piedra con barro	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Madera	6,2	6,2	7,1	6,0	6,2	4,8	4,9	5,3	5,5	4,8	5,7	5,8	6,3
Estera	1,2	1,2	1,0	1,2	0,9	0,8	1,1	1,2	1,0	0,6	0,8	0,5	0,4
Otro material 1/	1,4	1,9	2,1	3,2	2,6	3,8	4,5	4,4	3,7	4,2	3,5	3,1	2,5

Fuente: Encuesta Nacional de viviendas urbanas. INEI 2009

Población Rural

Las viviendas del sector rural con el transcurrir de los años viene reduciendo las construcciones de adobe o tapial como se muestra en el Cuadro N°04: por ejemplo para el año 2001, las viviendas de adobe eran 73% y para el año 2013 solo eran 72.3%.

Cuadro N°03: Viviendas de adobe en el Perú sector rural

Material predominante en las paredes exteriores / Área de residencia	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Rural	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ladrillo o bloque de cemento	4,4	4,4	4,4	4,6	4,5	4,8	5,5	5,5	5,6	5,9	6,3	6,2	6,9
Piedra o sillar con cal o cemento	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4
Adobe o tapia	73,0	70,4	72,0	73,2	70,8	73,4	72,2	73,0	73,7	73,4	72,3	72,9	72,3
Quincha (caña con barro)	4,0	4,8	3,8	3,3	3,2	2,9	2,2	1,9	1,8	2,2	2,0	1,7	1,8
Piedra con barro	3,2	5,1	3,8	3,4	3,9	3,1	3,9	3,5	3,0	3,1	3,4	3,7	3,2
Madera	9,4	9,9	8,6	9,2	9,7	9,2	8,2	9,0	9,4	9,9	10,5	10,7	11,4
Estera	0,6	1,0	0,5	0,4	0,5	0,3	0,6	0,8	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
Otro material 1/	4,6	3,9	6,4	5,5	7,0	5,9	7,0	6,0	5,7	4,9	4,9	4,2	3,6

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares INEI -2009

1.2 Materiales Utilizados para la Construcción de Vivienda

INEI (2009) manifiesta que las viviendas de adobe o tapial en diferentes provincias de la región Ayacucho, el mayor porcentaje de casas de adobe se encuentran en la provincia de Huamanga con 21,760 viviendas, seguido de provincia de lucanas con 11,260 casas de adobe e igual de las demás provincias.

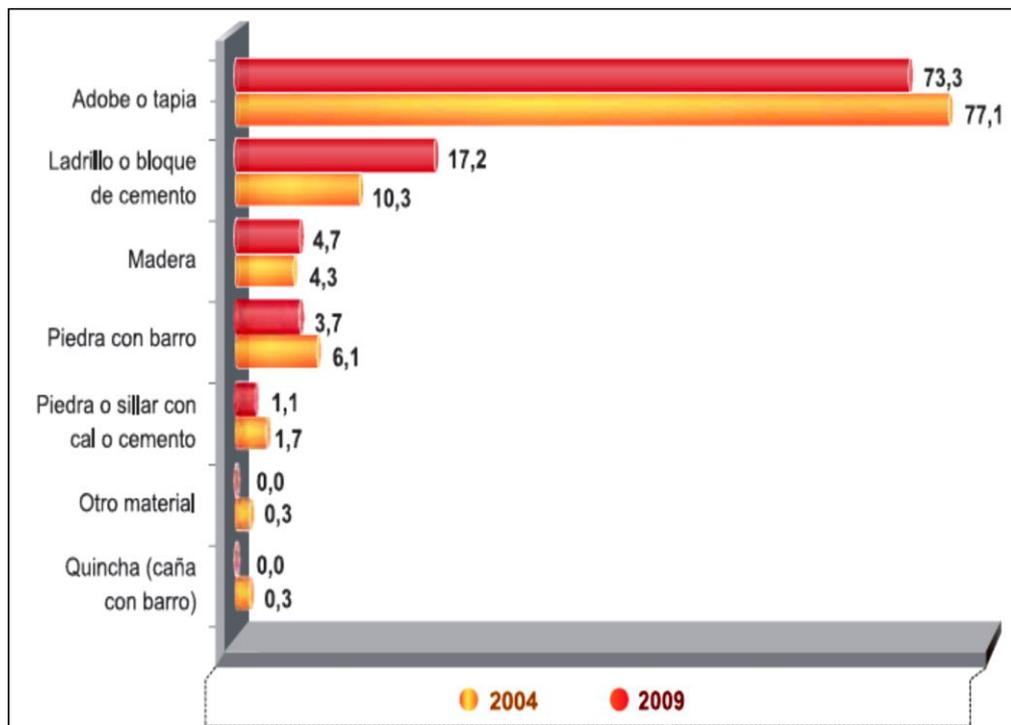
Cuadro N°04: Materiales Utilizadas para la Construcción de Vivienda

PROVINCIA	TOTAL	MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTER. DE LA VIV.							
		LADRIL. O BLOQ. DE CEMENT.	PIEDRA O SILLAR	ADOBE O TAPIA	QUINCHA	PIEDRA CON BARRO	MADERA	ESTERA	OTRO
TOTAL	114555	9412	837	79677	2561	14545	4960	540	2023
HUAMANGA	33365	6823	388	21760	174	4049	65	26	80
CANGALLO	8152	25	92	5558	23	2343	27	10	74
HUANCASANCOS	2664	32	32	1435	8	853	4	4	296
HUANTA	14226	815	58	8755	607	868	2604	65	454
LA MAR	16022	1178	67	9045	1311	1373	2163	76	809
LUCANAS	14408	441	114	11260	289	1899	38	227	140
PARINACOCNAS	5772	27	24	4591	85	871	20	126	28
PAUCAR DEL S.S.	2843	9	8	2371	7	441	1	1	5
SUCRE	3356	7	10	2517	7	799	9	2	5
VICTOR FAJARDO	7632	30	18	6550	15	871	20	1	127
VILCASHUAMAN	6115	25	26	5835	35	178	9	2	5

Fuente:(INEI 2009)

Viviendas de Ayacucho

Según el censo (2004 y 2009) la construcción de vivienda del adobe o tapial en la ciudad de Ayacucho, presenta con mayor porcentaje de 73,3% seguido por el ladrillo o bloque de cemento con el 17,2% de las viviendas y madera con 4,7%, entre otros tal como se muestra en la gráfica N°01:

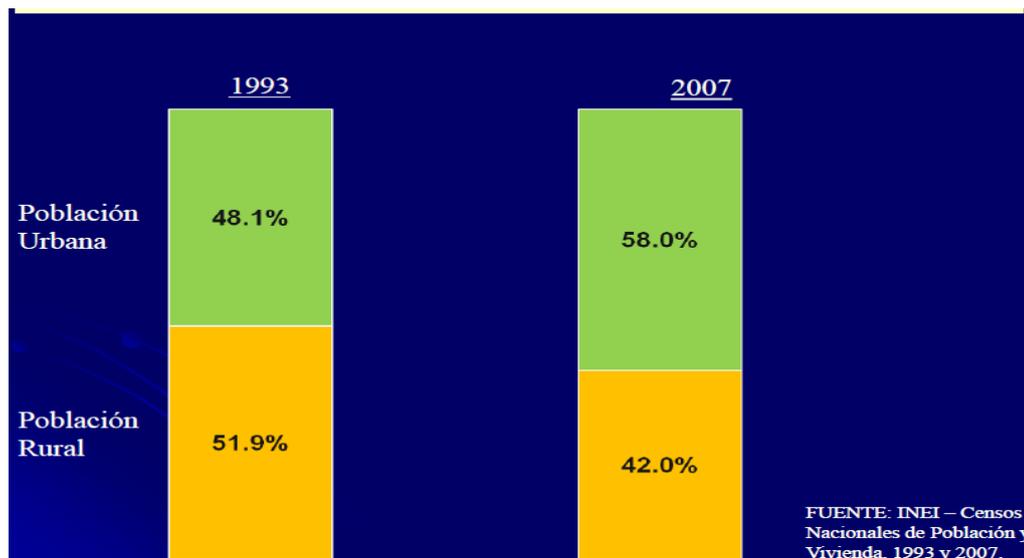


Gráfica N° 01: Vivienda de Ayacucho según el censo 2004 y 2009

Fuente: INEI Encuesta Nacional de Hogares del 2004 y 2009

Urbanización en la Ciudad de Ayacucho

De acuerdo al censo (1993 y 2007) la población Urbana para el año 1993, presenta porcentaje de 48.1%, y para el año 2007, con mayor porcentaje de 58.0%, de la misma manera se manifiesta para la población rural como tal se muestra en la gráfica N°02.



Gráfica N°02: Urbanización en ciudad de Ayacucho

Fuente: INEI Censos Nacionales de vivienda y población 2009

1.3 Estudio del suelo

Delgado (2006) señala que el suelo se forma por la desintegración de la roca provocada por procesos mecánicos, en donde los pedazos de roca debido a la gravedad son reducidos y se parten en tamaños más pequeños, entre sí al ser transportados por el agua o el viento y los procesos químicos, actúan en menor proporción como la oxidación, hidratación, carbonatación y que el producto de la desintegración o de la descomposición química de roca pre – existentes.

Perfil del suelo

De igual manera éste, manifiesta que la superficie terrestre está dividida en diferentes capas llamadas horizontales, como son: horizonte A, suelo superficial de material desintegrado, horizonte B, bajo suelo, y por último horizonte C, roca madre zona de material primario.

Composición

También manifiesta que la composición de la tierra en los horizontes a y b serán las que se utilicen en la fabricación de adobes, por lo tanto es importante conocer su contenido de arenas, limos y arcillas con lo que estaremos en la posibilidad de conocer su comportamiento, sin necesidad de análisis complejos de laboratorio.

Origen y formación de suelos

Según Bautista (1992) que la formación de los suelos son producidos por el intemperismo y erosión de las rocas, los cuales pueden ser residuales o transportados, se consideran aquellos que son localizados lejos de las rocas que le dio origen, siendo el medio de transporte: de agua, viento, glaciares, los animales o la gravedad.

Igual forma los suelos son consecuencia de agregados pétreos que tienen una composición mineral idéntica a la roca que le dio origen, con la diferencia de que los suelos son partículas con un tamaño máximo de 3 pulgadas y con 7.5 cm de partículas con tamaño mayor se consideran fragmentos de roca como tal podemos ver en el Cuadro N°05.

Cuadro N°05: Origen y formación del suelo

TAMAÑO	DENOMINACIÓN
<i>Mayores de 2.0 mts.</i>	<i>Macizo rocoso</i>
<i>De 70.0 cm a 2.0 mts.</i>	<i>Fragmentos grandes de roca.</i>
<i>De 20.0 cm a 70.0 cm</i>	<i>Fragmentos medianos de roca</i>
<i>De 3" a 20.0 cm.</i>	<i>Fragmentos chicos de roca</i>
<i>No. 4 a 3"</i>	<i>Suelos gruesos (Grava).</i>
<i>No. 200 a No.4</i>	<i>Suelos gruesos (Arenas)</i>
<i>Pasa la malla No. 200</i>	<i>Suelos finos</i>

Fuente: Según Bautista (1992)

Clasificación por el tamaño de las partículas

Badillo(1968) manifiesta que la clasificación o tamaño del suelo se realiza serie de pruebas de granulometría por sedimentación o se aplican en el diagrama triangular de clasificación de los suelo y con ello se obtiene la clasificación del suelo, para ello si toma el porcentaje de arena, limo y arcilla, sobre la escala, del lado correspondiente del triángulo, se trazan tres rectas y su punto común da la clasificación del suelo según clase textural, arena, arena limosa, limo arenoso, limo, arena arcillosa, limo arcilloso, arcilla arenosa, arcilla limosa y arcilla como se muestra en la figura N°01.

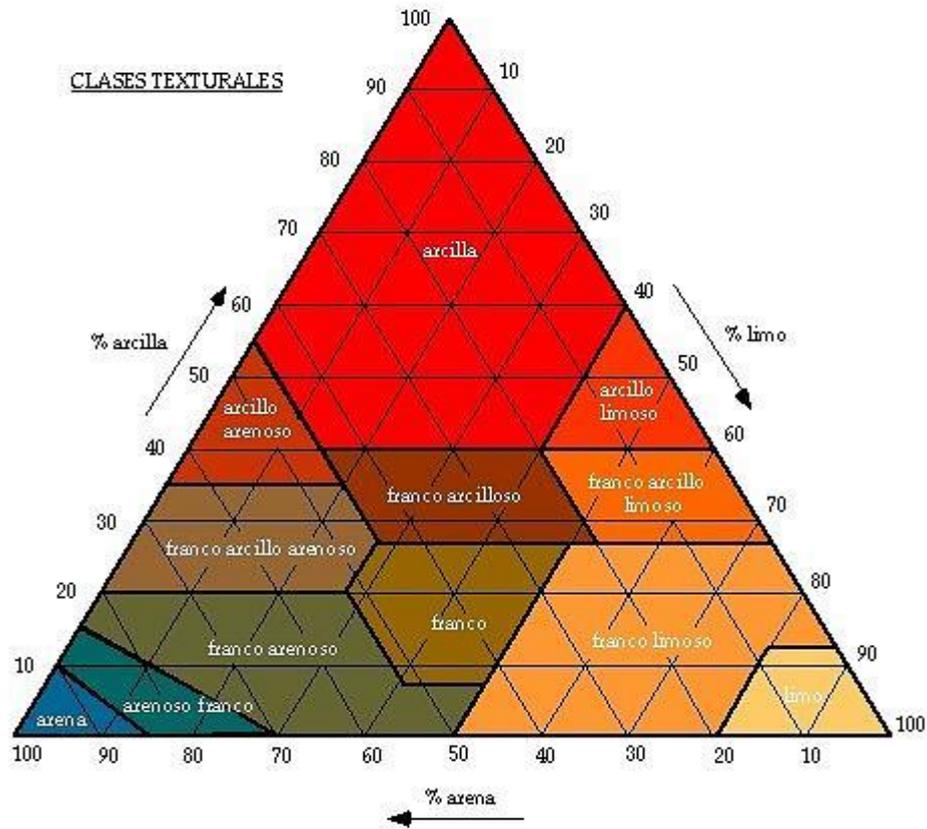


Figura N°01: Triángulo de clases textural.

Fuente: Badillo (1968)

Badillo (1968) indica que el punto de intersección si traza de manera triangular en un punto cualquiera dentro del triángulo de fracción en % de arcilla, % de arena y % de limo, de acuerdo a la clasificación en función de la granulometría si obtiene franco arcilloso como se puede observar en la figura N°02:

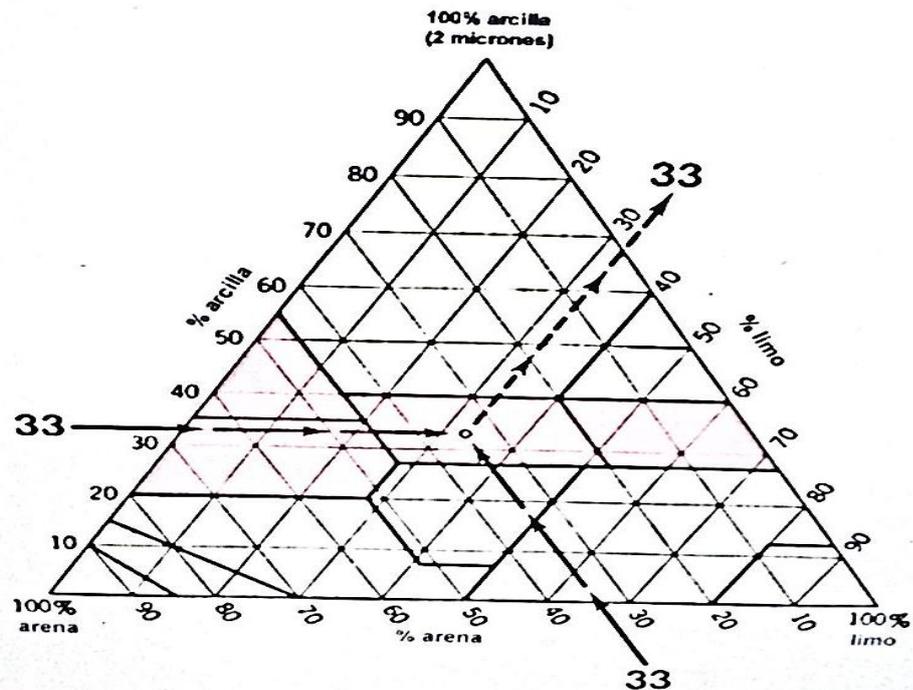


Figura N°02: Triángulo de clases textural según ubicación.

Fuente: Badillo (1968)

1.4 Tipos de Suelo

❖ Por los agentes generadores

García y Ramírez (2006) señala que la desintegración mecánica se refiere a la intemperización de las rocas por los agentes físicos tales como: cambios periódicos de temperatura, acción de la congelación del agua, efectos de organismos, plantas, etc. por estos fenómenos las rocas llegan a formar arenas, limos y arcillas.

❖ **Por el desplazamiento que se realizan**

- a. Suelos residuales, cuando el producto del ataque de los agentes de intemperismo puede quedar en el lugar, directamente sobre las rocas del cual se derivan.
- b. Suelos transportados, aquellas removidas del lugar de formación, por los mismos agentes geológicos y depositados en otra zona.

❖ **Agregados del suelo**

De acuerdo García y Ramírez (2006) también manifiesta que el término agregado se refiere al mismo suelo, en contraposición con cada uno de sus miembros constituyentes cualitativamente, los agregados del suelo pueden definir en textura, estructura y consistencia cuantitativamente pueden definir en porosidad, densidad relativa y contenido de humedad.

❖ **Principales tipos de suelos**

También manifiesta que los suelos pueden agruparse en cinco tipos base: grava, arena, limo, arcilla y materia orgánica; aunque raramente existen por separado como tipos base, sino que se encuentran combinadas.

Las definiciones de cada tipo base se hacen en referencia al tamaño de las partículas que los constituyen, siendo éstas:

Grava. Es un suelo compuesto en su mayor parte por partículas de diámetros desde 4.75 mm a 76.2 mm, siendo muy permeable.

Arena. Es un suelo compuesto en su mayor parte por partículas de 0.075 mm a 4.75 mm de diámetro, moderadamente permeable.

Limo. Es un suelo de grano fino con partículas menores de 0.075 mm, de baja plasticidad y es muy poco permeable.

Arcilla. Es cualquier suelo capaz de mantenerse plástico con variaciones relativas de humedad, constituido por partículas menores a 0.002 mm.

Turba. Este constituido totalmente de materia orgánica fibrosa, es material altamente compresible y esponjoso, de color castaño oscuro a negro. Este tipo de suelo representa problemas por su alta compresibilidad, relación de vacíos, contenido de humedad.

Según García y Ramírez (2006) las propiedades físicas y mecánicas que poseen los suelos, éstos pueden clasificarse también en: suelos cohesivos y suelos no cohesivos.

- **Suelos cohesivos**

Contienen partículas de arcilla y/o limo que transmiten cohesión y plasticidad y generalmente las partículas de estos suelos poseen forma laminar o de placas.

- **Suelos no cohesivos o friccionantes**

Son suelos constituidos por partículas redondas, no laminares y sin plasticidad como gravas y arena, tomándose las partículas individualmente.

1.5 Muestreo del suelo

Igual forma manifiesta que la toma de muestras de un suelo, es de suma importancia cuando se desee realizar un estudio del suelo, ya que el muestreo permite su identificación, clasificación y además se pueden determinar en laboratorio las distintas propiedades físicas y mecánicas que posee.

Según García y Ramírez (2006) existen dos tipos de muestras que pueden ser extraídas por medio de un muestreo de suelos, éstas son alteradas o inalteradas.

❖ Muestras Alteradas

Este tipo de muestras se obtienen por medio del uso de técnicas que modifican la estructura natural del suelo que son recolectados tan rápido como es perforado, procurando que no pierda su contenido de humedad, introduciéndolas en frascos o bolsas parafinadas.

❖ Muestras Inalteradas

Estas muestras son obtenidas con técnicas que intentan preservar en la medida de lo posible la estructura natural, el contenido de humedad y la

relación de vacíos, envolviéndolas con tela de manta debidamente impermeabilizada con parafina. Pueden ser cortadas a mano de excavaciones a cielo abierto u obtenidas por medio de tubos de pared delgada del fondo de las perforaciones.

1.6 Características físicas y mecánicas del suelo

García y Ramírez (2006) indican también que para realizar la descripción e identificación de una muestra de suelo es necesario determinar las características físicas y mecánicas siguientes:

Porosidad. Se define como la relación entre el volumen ocupado por gases y líquidos y el volumen total del suelo.

Textura. Se conoce a través del tacto de un suelo referente a suavidad, cohesión, aspereza, compactación cuando se moldea entre los dedos una porción de suelo con suficiente humedad.

Olor. Se explora para determinar la presencia de materia orgánica, ya que ésta posee un olor particularmente intenso si el suelo está húmedo y disminuye con la exposición al aire.

Plasticidad. Propiedad que presentan los suelos de poder deformarse, sin romperse hasta cierto límite, para ello se recurre a los Límites de Atterberg.

1.7 Granulometría

La Norma Técnica Peruana NTP (339.128.1999) define a la granulometría como la distribución porcentual en masas de los distintos tamaños que en

particular se constituyen una muestra de suelo y si extiende una muestra seca del material con tamaño menor de 7.5 cm, sobre una superficie plana con el propósito de estimar, en forma aproximada, los porcentajes de los tamaños de las partículas, forma y composición mineralógica, que si puede distinguir la grava de la arena se usa el tamaño de 5 mm como equivalente a la malla N° 4 y para los finos basta considerar que las partículas del tamaño correspondiente a la malla N° 200 son aproximadamente las más pequeñas que pueden distinguirse a simple vista como sigue:

- Se determina el tamaño de la partícula mayor, que se considera como tamaño máximo.
- Según su tamaño las partículas de material se agrupan en:
 - Partículas mayores de 5 mm (grava)
 - Partículas comprendidas entre las de menor tamaño que pueda observarse a simple vista y 5 mm (arena)
 - Partículas del menor tamaño que se pueda observar a simple vista (finos)
- Se determinan en forma aproximada los porcentajes de cada uno de los grupos mencionados en el punto anterior con relación al volumen total y con ellos se clasifica el suelo como grava, arena, fino o sus mezclas, se aprecia que las partículas de menor tamaño del que puede observarse a simple vista constituyen menos del 5%

del volumen total del material, y algunos intermedios también constituyen más del 12% del volumen, para identificar el grupo fino del material, se toma la fracción del material que pasa por el porcentaje de malla y tener cuenta la curva granulométrica del suelo como se muestra en la figura N°03.

- Con los datos obtenidos en el ensayo de granulometría que son: el % pasa y el diámetro de las partículas se ubican en una gráfica en escala logarítmica en el eje X, se puede calcular la cantidad de suelo en peso que pasa por cada tamiz y con esta información se produce o se dibuja una curva granulométrica que es tal vez el resultado más importante que se puede obtener del análisis granulométrico.

De acuerdo NTP (339.128.1999) es posible definir el porcentaje que pasa por cualquier tamiz aunque este no se haya utilizado en la serie del tamizado que la curva granulométrica se obtiene los valores de D60, D10, D30 ya que estos son indispensables para definir el coeficiente de uniformidad y el coeficiente de curvatura y además con esta curva se define si el suelo está bien o mal gradado.

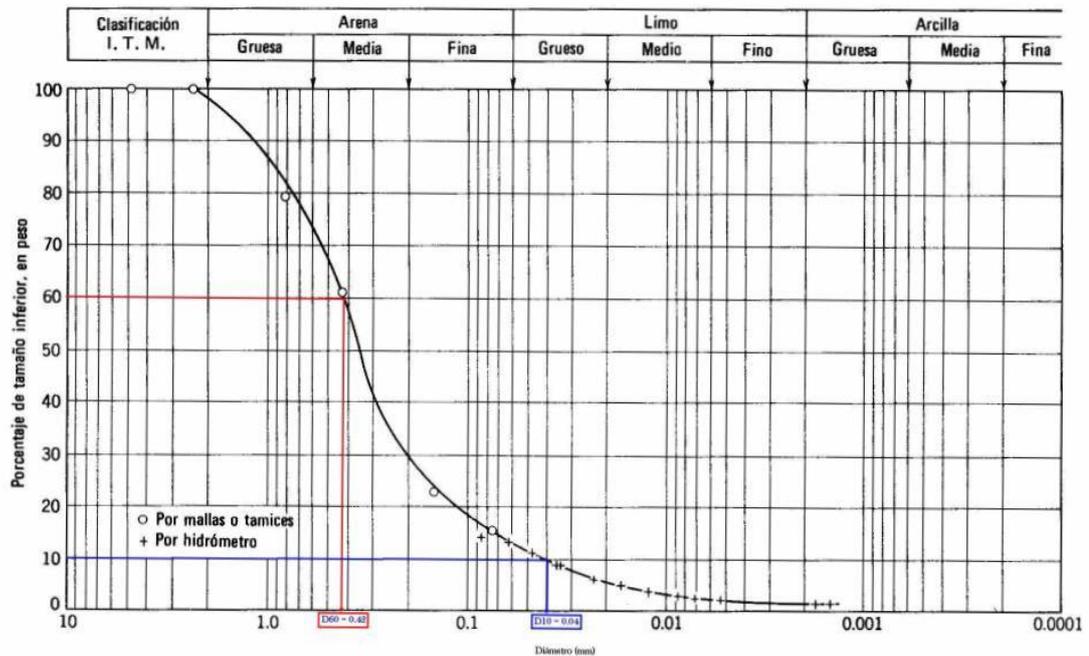


Figura N°03: Curva granulométrico de suelo.

Fuente: NTP (339.128.1999)

Plasticidad del suelo

Según a NTP (339129.1999) define como plasticidad la propiedad de un material por lo cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable sin desmoronarse ni agrietarse de acuerdo un rango de contenido de humedad sobre el cual exhibe plasticidad manteniendo su forma bajo el secado.

Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos

Badillo (1968) manifiesta que se puede identificar los diferentes tipos de suelo de partículas finas o suelos de partículas gruesas, arena y grava.

Los elementos esenciales para realizar esta clasificación fueron propuestos por Arthur Casagrande que ideó una clasificación de los suelos para carreteras y aeropuertos, la que posteriormente la adoptaron el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos los cuales la modificaron y condujo al sistema unificado de clasificación de los suelos, actualmente este sistema se utiliza con modificaciones mínimas en la mayoría de países fuera de los Estados Unidos, como se puede apreciar en el siguiente cuadro N° 06.

Cuadro N° 06. Sistema de clasificación de suelos.

Tipos de suelos				Símbolo de suelo ⁽¹⁾	Denominación común	
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS⁽²⁾ Más de la mitad del material es de tamaño mayor que el mínimo que se puede observar a simple vista	GRAVA Más de la mitad de la fracción gruesa es mayor de 5 mm (malla N° 4) ⁽³⁾	Menos del 50% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista	Amplio rango en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios.	GW	Grava bien graduada, Mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos.	
			Predominio de un rango de tamaños con ausencia de algunos tamaños intermedios	GP	Grava mal graduada, Mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos.	
		Más del 12% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista	Fracción fina no plástica (para identificación véase grupo ML, abajo)	GM	Grava limosa, mezclas de grava, arena y limo, mal graduada.	
			Fracción fina plástica (para identificación véase grupo CL, abajo)	GC	Grava arcillosa, mezclas de grava, arena y arcilla, mal graduada.	
	ARENA Más de la mitad de la fracción gruesa es menor de 5 mm (malla N° 4) ⁽³⁾	Menos del 5% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista.	Amplio rango de los tamaños de partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	SW	Arena bien graduada, arena con grava y poco o nada de finos.	
			Predominio de un tamaño o un rango de tamaños con ausencia de algunos tamaños intermedios.	SP	Arena mal graduada, arena con grava y poco o nada de finos.	
		Más del 12% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista	Fracción fina no plástica (para identificación véase grupo ML, abajo)	SM	Arena limosa, mezclas de arena, grava y limo.	
			Fracción fina plástica (para identificación véase grupo CL, abajo)	SC	Arena Arcillosa, mezclas de arena, grava y arcilla.	
SUELOS DE PARTICULAS FINAS⁽⁴⁾ Mas de la mitad del material es son partículas menores que el tamaño mínimo que se puede observar a simple vista	Identificación de la fracción que pasa la malla N° 40 (0.425 mm)					
	LIMO Y ARCILLA	Dilatancia	Tenacidad	Resistencia en estado seco		
		Rápida	Nula	Nula	ML	Limo y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa.
		Lenta	Media	Nula	MH	Limo de alta compresibilidad, limo micáceo o diatomáceo
		Lenta a nula	Media	Media	CL	Arcilla de baja o mediana compresibilidad, arcilla con grava, arcilla arenosa
		Nula	Alta	Alta	CH	Arcilla de alta compresibilidad
		Rápida	Media	Media	OL	Limo orgánico de baja compresibilidad
		Rápida a Lenta	Media	Media	OH	Limo orgánico de alta compresibilidad
Suelo altamente orgánico	Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa.			Pt	Turba	

Fuente: Badillo (1968)

1.8 Zonificación geotécnica de Ayacucho

De acuerdo el estudio realizado por Castro (2011) para la zonificación geotécnica de Ayacucho, si clasifica en suelos de tipo I, II, III, IV y V de acuerdo ubicación geográfica de la zona.

Suelos de Tipo I

Éste, determina que una roca del tipo aglomerado volcánico, andesita Acuchimay y basalto de estructura vacuolar envuelta en una matriz de limo arenoso de baja plasticidad, ubicada sobre terrenos de pendiente desde muy suave a fuerte (0° a 60°) con muy buena capacidad portante (mayor a 4.0 kg/cm²) estable en laderas muy inclinadas, de baja amplificación sísmica. Estos suelos se encuentran en menor proporción hacia el ovalo de la magdalena, en la parte baja de la urbanización Simón Bolívar hacia la salida a Huanta.

Suelos de Tipo II

Grava limo arenosa formada por la mezcla de piedras sobre redondeadas de origen sedimentario antiguo y reciente y limo arenosos de baja plasticidad sobre terrenos de pendiente muy suave (0° a 5°) con buena capacidad portante (1.50 kg/cm² a 2.00 kg/cm²) poco estable en laderas muy inclinadas, y de media amplificación sísmica. Estos suelos se encuentran mayormente en el distrito de Ayacucho en las zonas urbanas específicamente en la zona norte de la ciudad y en el distrito de Jesús de Nazareno en su parte central.

Suelos de Tipo III

Limo inorgánico de baja a alta plasticidad de consistencia firme, estable ante cambios en el contenido de humedad de origen lacustrino muy consolidado sobre terrenos de pendiente desde muy suave a suave (0° a 10°) con regular a buena capacidad portante (1.00 kg/cm^2 a 2.00 kg/cm^2), estable en laderas muy inclinadas, y de media amplificación sísmica. Estos suelos se encuentran mayormente en el distrito de Ayacucho parte norte en la Urbanización ENACE, en Asentamientos Urbanos como Covadonga, asociación de viviendas de los olivos, El Arco, Altamirano Yañez.

Suelos de Tipo IV

Arena limosa formada por alteración de tobas, de compacidad media a densa, sobre terrenos de pendiente desde muy suave a media (0° a 15°) con buena capacidad portante (1.50 kg/cm^2 a 2.00 kg/cm^2), estable en laderas muy inclinadas, no agresivo al concreto y de media amplificación sísmica. Estos suelos se encuentran mayormente en el distrito de Ayacucho en el casco urbano hacia la tercera cuadra del Jirón 28 de Julio.

Suelos de Tipo V

También manifiesta, Grava arena limosa bien graduada de origen sedimentario antiguo (conglomerado pleistocénico) de compacidad media a densa, sobre terrenos de pendiente moderada (15° a 30°) con regular capacidad portante (1.00 kg/cm^2 a 1.50 kg/cm^2), inestable en laderas muy inclinadas, no agresivo al concreto y de alta amplificación sísmica.

Estos suelos se encuentran mayormente en el distrito de Ayacucho a lo largo de las laderas medias a altas del cerro “La Picota” desde el extremo norte cerca de la Urbanización ENACE hasta el extremo sur cerca al Barrio de Santa Ana.

1.9 Desarrollo de la normatividad

La Norma es un documento de carácter legal cuyo principal objetivo es dar lineamientos para que las construcciones de adobe que benefician principalmente al sector informal de la población.

La norma peruana actual MTC (2000) está redactada siguiendo un esquema típico que representa primero una declaración de alcances, requisitos generales y definiciones del repertorio de elementos estructurales (adobe, mortero, muros y vigas etc.) La norma especifica que las construcciones de adobe sean dimensionadas por métodos racionales basados en los principios de la mecánica y con criterios de comportamiento elástico.

Sin embargo se recomienda la colocación de refuerzos en muros esbeltos para mejorar su comportamiento en el rango inelástico. La norma E-080 del año 2000 procede de una versión anterior de 1977 del ININVI (Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la vivienda) que fue adsorbido por el organismo público SENCICO (Servicio Nacional de Normalización, capacitación e innovación para la industria de la construcción) vigente actualmente el Reglamento Nacional de

Edificaciones. Por otro lado se tiene a la NTP del año 1979 emitida y revisada el 2012 por el sistema peruano de normalización INDECOPI.

Ambas normas son para la construcción de adobe estabilizado sin embargo tiene algunas limitaciones en los ensayos que se requieren para una estabilidad del adobe.

1.10 Tamaño y Dimensión del adobe

CAPECO (2006) señala que la norma sobre construcción del adobe E-080, de la (ICG) Instituto de Construcción y Gerencia del Perú, la cual en su Artículo 4: Unidad o bloque del adobe, inciso 4.2 Formas y Dimensiones, nos dice: Que los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales y sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

a) Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.

b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.

Manifiesta también hay que tomar en cuenta para una casa de dos pisos generalmente se reduce el tamaño del adobe en el segundo piso por un 10% para reducir el peso, tomando en cuenta los siguientes porcentajes:

Arena = 55%

Limo = 22%

Arcilla = 15%

Agua = 8% (este se pierde en el proceso de secado)

1.11 Esfuerzos admisibles

Según la norma ya anterior mencionado los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerarán la variabilidad de los materiales a usarse para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos: Resistencia a la compresión de la unidad.

$$f_c = 12 \text{ kg/cm}^2.$$

Resistencia a la compresión de la unidad

Según CAPECO(2006) indica que la resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe que el valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última (f_c) como el valor que sobrepase el 80% de las piezas ensayadas y los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de f_c mínimo aceptable de 12 kg/cm². La resistencia a la compresión de la unidad es un índice de la calidad de la misma y no de la albañilería.

1.12 Como mejorar la tierra para las Construcciones de adobe

Según Bautista (1992) el estudio realizado se ha visto mejorar la resistencia y la permeabilidad de la tierra incrementando diferentes productos como fibras, jugos de ciertas plantas o productos industriales y

hay muchas formas de hacer el incremento de resistencia de adobe estabilizado de acuerdo el material asfalto, el cemento y la cal son los más comunes.

- ❖ **Mezclando tierra con el Asfalto.** Envuelve los granitos de la arcilla, con una capa muy delgada e impermeable, el asfalto se utiliza en forma líquida en el Perú se ha utilizado con éxito el asfalto con una solvente nafta que se logra mejorar mucho la resistencia a la humedad pero no se aumenta su dureza cuando está seco.
- ❖ **El cemento.** En proporción de 10% al 20% se logra mejorar la resistencia al agua a la impermeabilización y la capilaridad y su capacidad soportante se mejora en un 60% claro que el costo aumenta. Mientras más arcillosa sea la tierra menos cemento necesitara y ha mayor cantidad de arena mayor cemento.
- ❖ **La cal.** La cal tiene diferentes efectos sobre la tierra por ejemplo se ponen más livianas y se dejan trabajar más fácilmente. La estabilización por el costo es útil solo en las partes más débiles de la casa, en la base de los muros, en las esquinas y revestimiento de los muros.

1.13 Concepto de PET

Los estudios Realizados por Reyes (2009) el Tereftalato de Polietileno (PET), es un poliéster Termoplástico que se ha sometido a diferentes presiones y temperaturas adecuadas que puede ser fundido y moldeado

nuevamente utilizado para la fabricación de envases, láminas, películas, zunchos, fibras y plásticos de ingeniería.

Manifiesta también que el PET está constituido de petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de PET es 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. A partir del petróleo crudo se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para dar ácido tereftálico y el etileno, que se obtiene principalmente a partir de derivados del gas natural, es oxidado con aire para formar el etilenglicol, que realiza la combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol produce como resultado el PET, tal como se muestra en la figura N°04 sobre proceso productivo de PET.

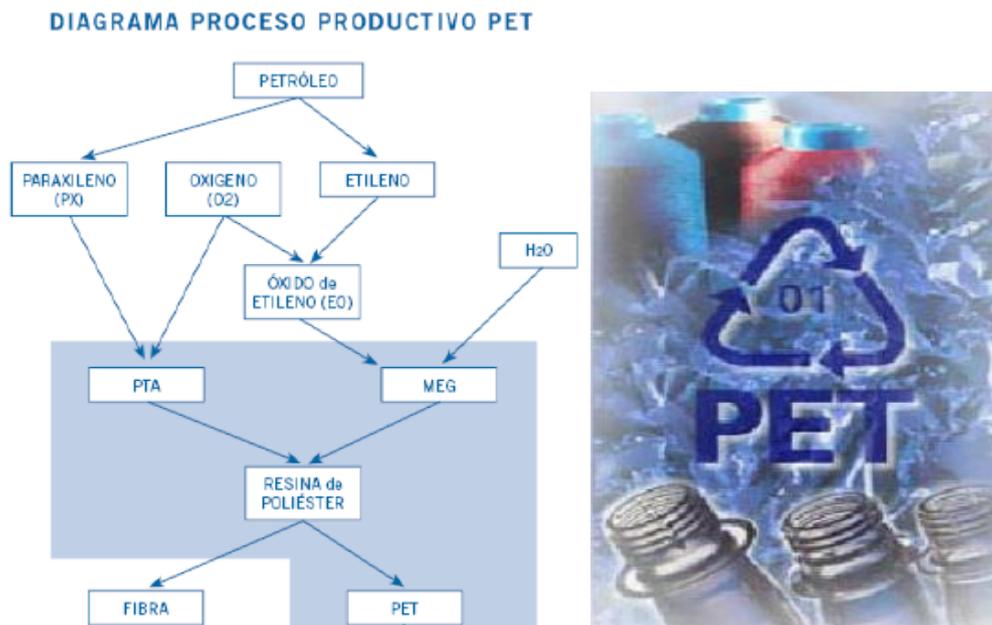


Figura N°04: Diagrama e Imagen de PET

Fuente: Reyes (2009)

Historia del PET

Reyes (2009) indica que el descubrimiento de Tereftalato de Polietileno mejor conocido como PET, fue descubierto como polímero de fibra para los científicos Británicos JOHN REX WHINFIELD investigador sobre poliésteres termoplásticos en los laboratorios de la asociación durante el periodo de 1939 a 1941 se debe recordar que su país estaba en plena guerra y existía una apremiante necesidad de buscar sustitutos para el algodón proveniente de Egipto. A partir de 1952 se comenzó a emplear en forma firme para envasar alimentos pero la aplicación que lo significo su principal mercado fue en envases regidos y para 1976 pudo abrirse camino gracias a la particular aptitud para la fabricación de botellas para bebidas poco sensibles al oxígeno como para agua mineral y refrescos carbonatados, y los primeros envases de PET aparecen en el mercado alrededor del año 1977 y desde su inicio hasta nuestros días el envase se ha puesto en evolución en el mercado y se ha convertido en el envase ideal para la industria moderna.

Características y Propiedades del PET

Reyes, (2009) también manifiesta que el Tereftalato de Polietileno en general cuenta con las siguientes características y propiedades que lo diferencian de los demás polímeros:

- ❖ **Biorientación.** Permite lograr propiedades mecánicas y de barrera con optimización de espesores.

- ❖ **Cristalización.** Permite lograr la resistencia térmica para utilizar bandejas termo formadas en hornos a elevadas temperaturas de cocción.
- ❖ **Resistencia Química.** El PET es resistente a multitud de agentes químicos agresivos los cuales no son soportados por otros materiales.
- ❖ **Reciclado y Recuperación.** El PET puede ser fácilmente reciclado principalmente por el proceso mecánico y ser nuevamente útil.

Igual forma manifiesta que el PET tiene buenas propiedades de barrera al oxígeno y dióxido de carbono y es la fundamental razón por la que es utilizado en botellas para agua mineral y gaseosas que existe como polímero amorfo (transparente – grado botella) y semicristalino (opaco y blanco).

Generalmente tiene buena resistencia a grasas minerales, solventes y ácidos pero no a las bases. El PET semi-cristalino tiene buena resistencia, es dúctil, de buena rigidez y dureza. En cambio al PET grado amorfo tiene mejor ductilidad o capacidad de termo-deformación, con una menor rigidez y dureza en la fase amorfa, dos conformaciones de cadenas son posibles debido a la torsión del enlace OC-CO como se puede ver en la figura N°05 sobre diferentes conformaciones del PET.

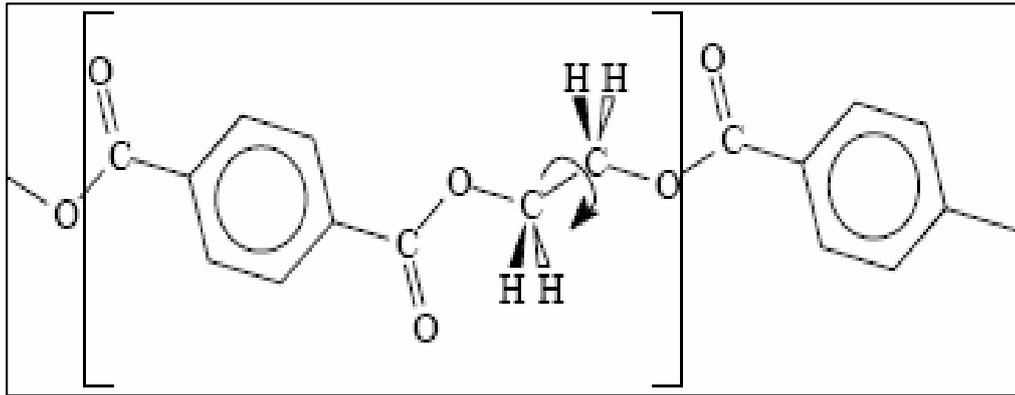


Figura N° 05: Proceso y conformaciones del PET.

Fuente: Reyes (2009)

De acuerdo Reyes (2009) manifiesta que las propiedades físicas y térmicas del PET son directamente conectadas con su cristalinidad como se puede mostrar en el cuadro N°07, presenta algunas características del PET en función de la estructura cristalina.

Cuadro N°07: Propiedades físicas y térmicas del PET

Propiedad	PET amorfo	PET semicristalino	PET muy cristalizado
densidad [g/cm ³]	1,33 - 1,335	1,385 - 1,390 (orienté)	1,42
T _g (°C)	67	70	81 - 125
Índice de refracción	1,576 (25°C)		1,64 (23°C)
T _m (°C)		280 (equilibrio) 250 -265 (PET comercial)	

Fuente: Reyes (2009)

Reciclado

Significa recuperar y volver a transformar plásticos usados para su utilización en nuevas aplicaciones que implica el reprocesamiento de los residuos mediante distintas etapas:

Recolección; en vez de ser desechados indiscriminadamente, los plásticos deben ser recolectados adecuadamente para ser reciclados. Las opciones de recolección diferenciada (curbside collection), desecho voluntario en contenedores que están siendo cada vez más adoptadas, requiriendo una fuerte educación civil.

Pre-proceso; los plásticos obtenidos del programa de recolección son separados por clases para aumentar su valor y facilitar el proceso posterior y compactados para reducir los costos de transporte.

Para facilitar la separación y distinción entre los plásticos existe un código internacional de identificación que otorga un número encerrado entre flechas forma triangular que informa a todo consumidor acerca de las características del producto que maneja, ya que debe estar impreso en algún lugar visible del mismo.

Proceso; los plásticos seleccionados son molidos, lavados y convertidos al destino final. La nueva materia prima permite la producción de materiales idénticos a los originales o diferentes.

Proceso que consiste en someter una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto Webster Online Dictionary 2011. También se conoce como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales o el deterioro de los mismos. El PET es usado para fabricar botellas de gaseosas, aguas, salsas, jugos, cervezas, etc. También se utiliza para hacer películas, fibras, láminas, termoformados, etc.

Los polímeros son codificados internacionalmente, para ser identificados y determinar las diferentes resinas plásticas presentes en los envases y facilitar su proceso de reciclaje, para poder transformarlos en artículos para otras aplicaciones.

Envase

Resultan particularmente útiles dados su flexibilidad, peso ligero, transparencia y resistencia a la rotura. Todo esto sumado al carácter inerte que poseen, los convierte en un material higiénico y seguro para preservar y comercializar alimentos.

El mayor porcentaje de los envases plásticos se utiliza para contener alimentos, pero nuestro Código Alimentario Nacional prohíbe el uso de material reciclado en envases que contengan sustancias alimenticias.

Esto coincide con lo que sucede a nivel mundial, donde el reciclado de desechos de envases plásticos no está orientado a la fabricación del mismo tipo de envase sino que apunta a productos diferentes. Algunos ejemplos comunes son los siguientes:

- ✓ PEAD: de botellas para alimentos se recicla como bolsas y botellas para artículos de limpieza.
- ✓ PET: de botellas para alimentos se recicla como textiles.
- ✓ PP: de envases para derivados lácteos se recicla como cajas y/o cajones.
- ✓ PS: de envases para derivados lácteos se recicla como accesorios de oficina.

Reúso

Es el típico caso de las botellas retornables de bebidas gaseosas y sifones de soda hechos de PET. Implica el lavado minucioso y reúso de un envase, dentro de ciertas condiciones de higiene, ciclo de vida del envase, etcétera. Está probado, además, por diversos institutos locales e internacionales que las características bromatológicas de este proceso son tan válidas como las del vidrio. Para tener una idea de los porcentajes actuales de selección de cada proceso, en Europa actualmente se recicla un promedio del 7% de los residuos plásticos y se incinera el 15%. Estos valores tienden a aumentar año a año.

1.14 Construcción del Adobe

Bonilla (2012) indica que se puede hacer un adobe pequeño en forma de una torta de 20 cm con un espesor de 4 cm. Amasa la tierra bien por unos minutos con consistencia de plastilina suave que la tierra no embarra la piel, se debe formar la torta y dejar secar si se agrieta, falta arena y mezcla ideal es 30% de barro con 70% de arena y eventualmente algo de paja, preferiblemente molida o recortada tiras de 5-10 cm. Casi siempre cualquier tierra ya contiene un cierto porcentaje de arena, así que agrega tal vez un 30 % de arena, se hará otra prueba y vea cómo se comporta. Rompa la prueba con la mano sobre una esquina de mesa. Si se quiebra con un clack con un corte limpio, entonces es un adobe bueno. Si el corte tiene un aspecto de tierra suelta, desboronada, falta tiempo de batida o de plano la tierra no sirve.

Como prueba final es recomendable hacer unos adobes del tamaño que se va usar para ver cómo se comporta grietas indican que todavía falta agregar más arena.

Prueba del adobe

De acuerdo Bonilla (2012) se puede simular una prueba de resistencia de la siguiente manera: se deja caer el adobe seco desde la altura de la cadera al piso firme si no se rompe se puede suponer que tiene suficiente resistencia para ser usado en la construcción. Otra prueba es sumergir al adobe anteriormente bien secado en una cubeta o un tambor con agua

por varias horas. Si no se empieza a desboronar y no se deshace sacándolo del agua, se trata de un buen adobe.

Tierra alivianada

La tierra alivianada según el autor ya antes mencionada que la tierra se asocia con la adición de otro material como: paja, residuos, virutas, corcho, cascara de arroz, agregados minerales, etc. obteniendo así un mejor comportamiento acústico y térmico; pero que a su vez reduce la resistencia portante. Es así como otro punto evidente para lograr el alivianamiento, es la reducción del tamaño del bloque de tierra, ya que un adobe portante que alcanza unas dimensiones de 38 cm de largo x 19 cm de ancho y 16 cm de altura.

Situación actual de las construcciones con adobe

También Bonilla (2012) indica que la construcción a base de adobe o tierra apisonada, se encuentra muy extendida en el Perú. Se puede decir que es el tipo de edificación característico en las zonas urbanas donde se levantan las viviendas de los sectores sociales de reducidos ingresos económicos. Igualmente, constituye la construcción predominante en las zonas rurales.

Se estima que los muros de adobe en viviendas familiares en el Perú alcanzan un porcentaje del orden del 55.3% del total edificado, este porcentaje se descompone en un 55% correspondiente a edificaciones en zonas urbanas y un 55.4% en zonas rurales, porcentajes relativos a sus

totales respectivos. Y los muros de adobe tipifican un sistema constructivo, que predetermina los materiales de cobertura. De esta manera existe relación de compatibilidad con los porcentajes de diversos materiales usados en techos de viviendas, que indican un 52.6% de totora y caña y un 11.5% de madera con barro y asbesto cemento. Las estadísticas indican que el 19.9% de las viviendas del país son construidas con muros de quincha, caña y paja; edificaciones que tienen cobertura de totora y caña.

NTP (2006) comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño de construcciones de albañilería de adobe, es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas.

Esta Norma se orienta a mejorar el actual sistema constructivo con adobe tomando como base la realidad de las construcciones de este tipo, existentes en la costa y sierra. Los proyectos que se elaboren con alcances y bases distintos a las consideraciones en esta Norma, deberán estar respaldados con un estudio técnico.

❖ **Adobe Estabilizado**

De acuerdo a NTP (2006) señala la mayor estabilidad se ha incorporado otros materiales tales como asfalto, cemento, cal, etc., con el fin de

mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.

Unidad o bloque del adobe

Según a NTP (2006) indica que la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20 %, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados el adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

Suelos para la elaboración del adobe

Características

Bonilla (2012) determina que para la preparación del adobe lo más importante es la correcta selección del suelo no debe contener arcilla pura por su alta contracción de secado según la Norma Peruana E-080 en su acápite 4.1, especifica la siguiente gradación: arena en un rango de 55% a 70%, limo entre 15% a 25% y arcilla entre 10% a 20%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos pero estos rangos pueden variar cuando se fabrica adobe estabilizado para la preparación se mezcla el suelo con agua, si no hay suficiente arcilla en un suelo el barro no será

suficientemente fuerte cuando seque. Si no hay suficiente arena en el suelo, el barro se encogerá y se rajará cuando seque. Una prueba de bolitas en común y popular de probar si el suelo sirve para la preparación de adobes es coger un poco de mezcla y formar con la mano unas 5 o 6 bolitas de 2 cm de diámetro, aproximadamente, una vez que las bolitas estén secas se debe tratar de romperlas con 2 dedos de una mano como se muestra en la figura N°06: sobre las pruebas de tierra

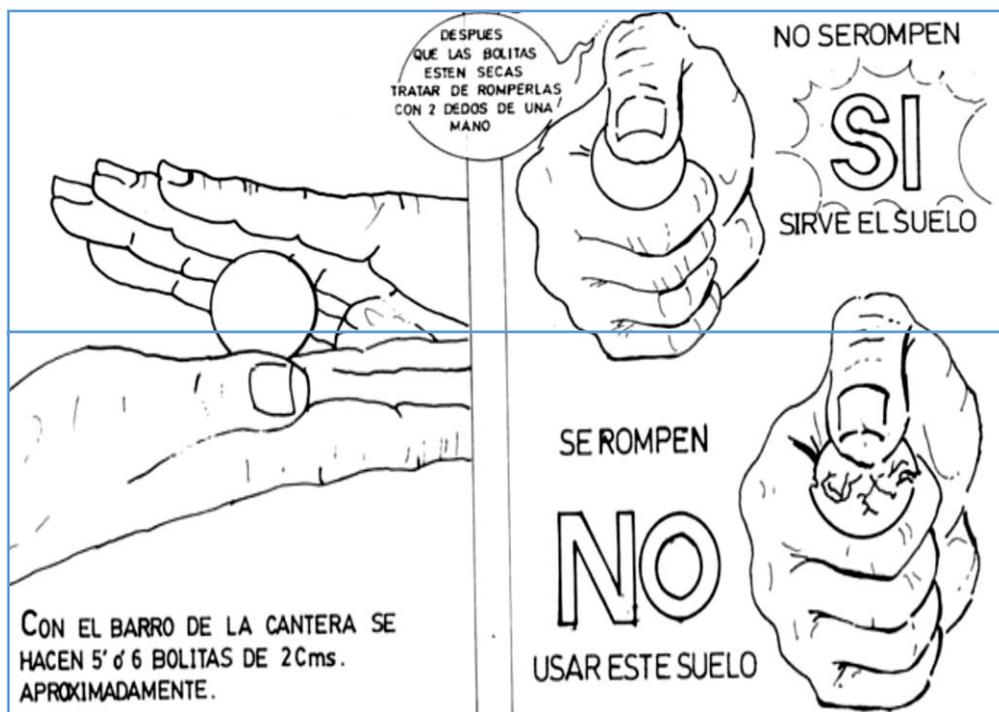


Figura N°06: Prueba de bolitas para elaboración de adobes.

Fuente: Bonilla (2012)

De acuerdo a la Norma E-080, se realiza la prueba de rollitos que se puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a los agentes externos, lo comúnmente usado por su bajo costo y simplicidad es la paja cortada en trozos de 5 cm, aproximadamente, ya que ayuda a controlar la propagación de fisuras. El adobe debe ser libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia.

También manifiesta que el adobe una vez preparado debe secarse al sol y ser usado cuando estén totalmente secos, lo cual sucede al cabo de aproximadamente 20 días, dependiendo de las condiciones climatológicas del medio ambiente donde se preparan, si es un lugar muy húmedo o nos encontramos en un invierno muy frío, tomará más tiempo secar el adobe. Igual para reconocer una buena tierra se debe hacer un rollo con un puñado de suelo húmedo que alcance en la palma de la mano como se muestra en la figura N°07.

- Si se puede hacer rollitos de 5 cm a 15 cm, la tierra es buena.
- Si los rollitos puede llegar a medir más de 15 cm, la tierra es demasiado arcillosa, por lo que es recomendable agregar arena.
- Si se rompe solo antes de llegar a los 5 cm, no usar el suelo, tal como se puede ver en la figura N°07.

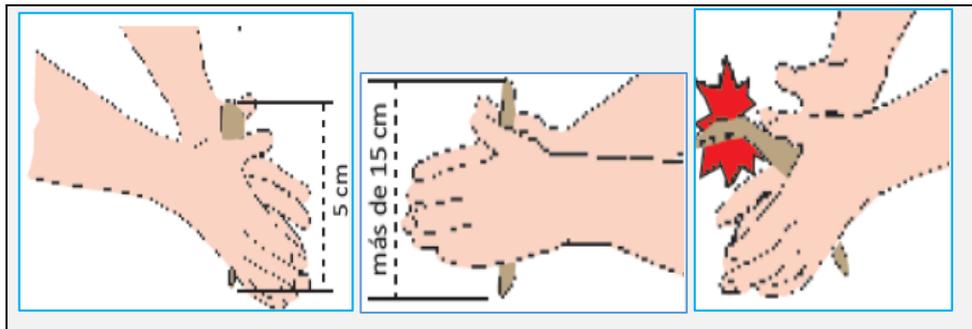


Figura N°07: Prueba de suelo en rollitos.

Fuente: Norma E-080

Pasos para la elaboración del adobe

- Formamos una bola de barro y la tiramos con fuerza.
- Luego apisonamos con el pie para compactar el barro.
- Emparejamos con una regla de madera
- Luego retiramos la adobera con cuidado para que el adobe recién hecho no se deforme.
- Los adobes se rajan con el sol, por eso se debe hacer un tendal de esteras o ramas para protegerlos por lo menos durante los dos primeros días.
- Después de 3 ó 5 días se colocará el adobe de canto, para completar su secado.
- Una vez secos apilamos los adobes de esta manera que ya están listas para el uso.
- Prueba de resistencia del adobe no deberán tener grietas, ni estar deformados.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación de la Zona de estudio

Se encuentra ubicado en la Región Centro Sur andina del Perú a 2,746 m.s.n.m., entre los paralelos 12°07'30" y 15°37'00" Latitud Sur y los meridianos 72°50'19" y 75°07'00" longitud oeste.

Longitud Oeste: 72°50'19" y 75°07'00"

Latitud Sur : 12°07'30" y 15°37'00"

Altitud : 2746 a 2795 m.s.n.m

Departamento : Ayacucho

Provincia : Ayacucho

Distrito : Huamanga

Localidad : Mollepata

Mapa del Perú



Departamento de Ayacucho



Provincia de Huamanga



Zona de Estudio



Mapa N°01: Ubicación y localización zona del estudio

Fuente: Elaboración Propia.

2.2 Descripción de la zona del estudio

Para el trabajo de investigación se ha realizado el estudio ubicado en la localidad de Mollepata del Distrito de Ayacucho de la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, entre altitud de: 2746 a 2795 m.s.n.m.

❖ Límites del Distrito de Ayacucho

El distrito de Ayacucho tiene los siguientes límites:

Limita por el Norte : Distrito de Huanta

Limita por el Sur : Distrito de San Juan Bautista

Limita por el Este : Distrito de Carmen Alto

Limita por el Oeste : Distrito de Jesús Nazareno

2.3 Variables de estudio

❖ Estabilidad del adobe de acuerdo a la norma E-080.

Indicadores

Y1= Resistencia a la comprensión de la unidad (Pascales)

Variable Independiente

❖ Adobe estabilizado en porcentaje (%) de peso del PET triturado

Indicadores

X1= Adobe clásico

X2= Adobe Estabilizado con 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5% de peso del PET triturado.

2.4 Vías de acceso

Desde la plaza de Armas de la Ciudad de Ayacucho con un tiempo aproximado de viaje de 30 minutos; por vía terrestre tomar rutas de 21 y 20. Por otra vía para llegar a la localidad de Mollepata usar el transporte mediante colectivos que salen desde terminal terrestre del cono norte.

Cuadro N°8. Vías de Acceso

Vías de Acceso	Tipo de Carretera	km
Plaza de Armas de Ciudad Huamanga-Mollepata	Asfaltada	3-4 km
Terminal Terrestre Cono Norte - Mollepata	Asfaltada	1km

Fuente: Elaboración Propia

2.5 Climatología

La Región Ayacucho posee diversos climas donde varían desde un clima cálido y húmedo en la ceja de selva (500 m.s.n.m.), hasta un clima frígido que corresponde a alturas de 4,000 a 5,000 m.s.n.m; existiendo diversidad de pisos ecológicos y zonas de vida natural, donde se asienta el mayor volumen de la población ayacuchana, con temperaturas

promedio que varían entre los 12° y 22° C. Tiene variados pisos ecológicos, con características geográficas de sierra.

2.6 MATERIALES

- ✓ Gaveras o cuberas

- ✓ Suelo

- ✓ Agua potable

- ✓ Wincha, flexómetro

Equipos de laboratorio (para el ensayo de resistencia)

- ✓ Carretilla tipo bugui

- ✓ Baldes de recipiente o cilindros

- ✓ Paja (Ichu)

- ✓ PET

- ✓ Herramientas manuales (pico, pala, etc.)

Equipos de escritorio

- ✓ Computadora

- ✓ Impresora

- ✓ Plotter

- ✓ Papel bond

- ✓ Libreta de campo

- ✓ Material bibliográfico

- ✓ Calculadora

Equipos de topografía

- ✓ GPS
- ✓ Hojas de cálculo
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Programa Google

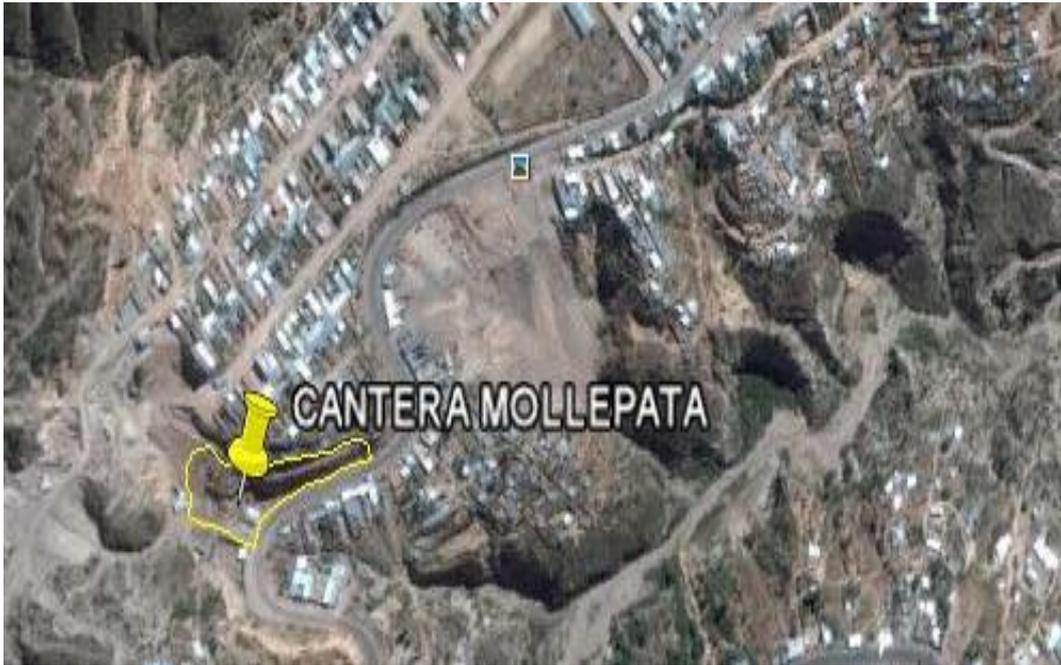
2.7 Métodos

Para la identificación de los componentes del suelo se han seguido técnicas del campo y laboratorios de mecánica de suelos. La técnica de campo sirve para conocer cualitativamente las propiedades del suelo para la elaboración del adobe, en base de ensayos de laboratorio permitiendo conocer las proporciones adecuadas que se requieren para su elaboración con el fin de obtener las propiedades óptimas.

1.7.1 Fase Preliminar

Fotografía de la cantera

Nos muestra la ubicación exacta de la cantera que se encuentra en la localidad de Mollepata que está en la parte norte de la ciudad de Ayacucho.



Fotografía N°01: Ubicación y selección de cantera



Fotografía N°02: vista panorámica de la cantera

El recojo se ha realizado cuidadosamente, libre de material orgánico que puede contener, luego fue trasladado para elaboración de los adobes.



Fotografía N°03: Selección y recojo de las muestras

1.7.2 Fases de campo

a) Selección de material a emplear

Se emplea la tierra limpia, libre de residuos, sin piedras grandes, sin restos vegetales o basuras y se ha realizado diferentes ensayos para reconocer una buena tierra.

b) Prueba mecánica sobre elasticidad del suelo

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes arcilla 10-20%, limo 15-30% y arena 50-70% no debiéndose utilizar suelos orgánicos y se debe retirar las piedras mayores y otros elementos extraños luego mantener en reposo el suelo húmedo durante 24 horas,

los ensayos de bolitas es para saber que el suelo es bueno y no se rompen fácilmente como se muestra en la fotografía N°04:



Fotografía N°04: Prueba de suelo en bolitas.

c) Prueba de Rollitos

A la muestra del suelo se le han retirado las piedras mayores de 5mm y otros elementos extraños, se ha mantenido húmedo durante 24 horas, se realiza la prueba dando como resultado rollos de medidas promedio entre 12cm y 13cm, lo cual interpretamos como suelo apto para la elaboración de adobes tal como se muestra en la fotografía N°05:



Fotografía N°05: Elaboración de los ensayos suelo en rollitos.

d) Muestras de Suelo

Selección y recojo del suelo para laboratorio como se muestra en la fotografía N°06:



Fotografía N°06: Muestras del suelo

e) Materiales para la elaboración de adobes

❖ Ichu o paja

También podemos llamar paja o ichu, es un pasto de zonas alto andino empleado como forraje. Planta herbácea espontánea que crece en las cordilleras de los Andes. Familia de las gramíneas que se utiliza para elaboración de adobes, utilizada en mayor parte por población desde nuestros ancestros hasta hoy en día se utiliza para la elaboración de adobes en común.



Fotografía N° 07: Pesado de ichu

❖ Selección y cortado de PET

- ❖ Se ha realizado la recolección y seleccionado de los mejores desechos de PET, para lavar y una vez limpio se procedió con el cortado tal como se muestra en la fotografía N°8:



Fotografía N°08: Selección y cortado de PET

❖ Elaboración de moldes

Basado en la norma E-080 del adobe con las dimensiones correspondientes de 10x10x10cm, se ha elaborado los moldes de aluminio y madera como se muestra en la fotografía N°9:



Fotografía N°9: Elaboración de moldes.

❖ Tierra de cantera

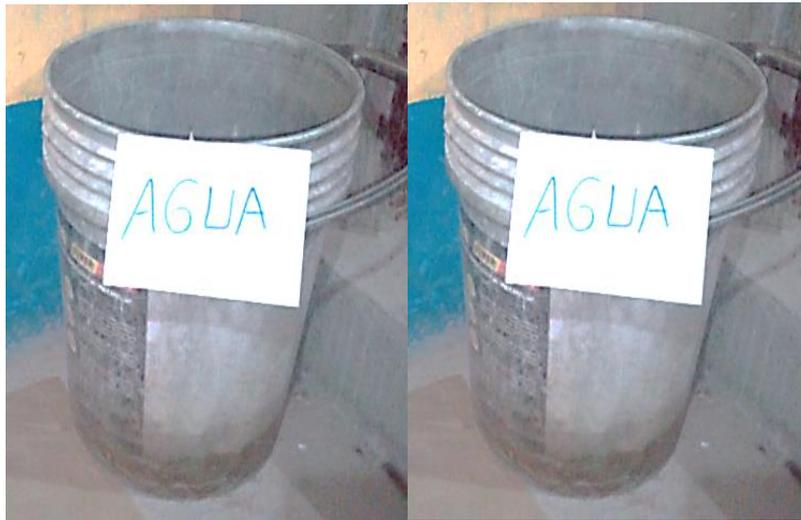
Para elaboración de las muestras de ensayo se ha contado con material tierra traídos de la cantera ubicada en la localidad de Mollepata sector cono norte como tal nos muestra en la fotografía N°10:



Fotografía N°10: Tierra de cantera.

❖ Agua para elaboración

Se ha utilizado para elaborar el adobe agua de caño para preparar las mezclas, tal como se puede mostrar en la fotografía N°11.



Fotografía N°11: Agua para elaboración del adobe

❖ **Pesado de PET**

Se realiza en porcentajes de peso 0.5% de peso, 0.1% de peso, 1.5% de peso, 2.0% de peso y 2.5% de peso como se muestra en la fotografía N°12.



Fotografía N°12: Pesado de PET

❖ Preparación de tierra y mezcla con PET

La mezcla se prepara separando la tierra, la misma se humedece con el agua y se combina con el PET triturado, el mismo que va en porcentaje de acuerdo a los tratamientos planteados, cuya secuencia de elaboración se muestra en la fotografía N°13.





Fotografía N°13: Preparación y mezcla con PET

❖ **Secado del adobe**

El secado de adobe se hace en un lugar adecuado o en sombra luego acumulan un lugar seco y hasta completa sequedad durante 20-28 días, de este modo alcanza su máxima resistencia y estar listo para prueba de laboratorio tal como se muestra en la fotografía N°14.



Fotografía N°14: Secado del adobe o bloques.

2.7.3 Fase de Gabinete

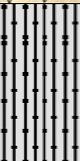
Estudio del suelo

El suelo de la cantera Mollepata del Distrito de Ayacucho que se ha utilizado fue sometido al análisis y pruebas de laboratorio. Los resultados de las pruebas nos dan a conocer la calidad del suelo y si es apropiada para fabricar adobes como nos muestra en el cuadro N°11 del cual se identificó que el material es areno limoso, de color marrón claro que se encuentra en estado de compacto, la consistencia del suelo es regular bueno a esta profundidad de extracción, presenta un porcentaje de finos 21.68 %, LL=58.30% y IP=5.53 de acuerdo el siguiente cuadro.

Cuadro N°9: Análisis del Suelo

Delay-Ingenieros
Proyectos-estudios geotécnicos
& control de materiales

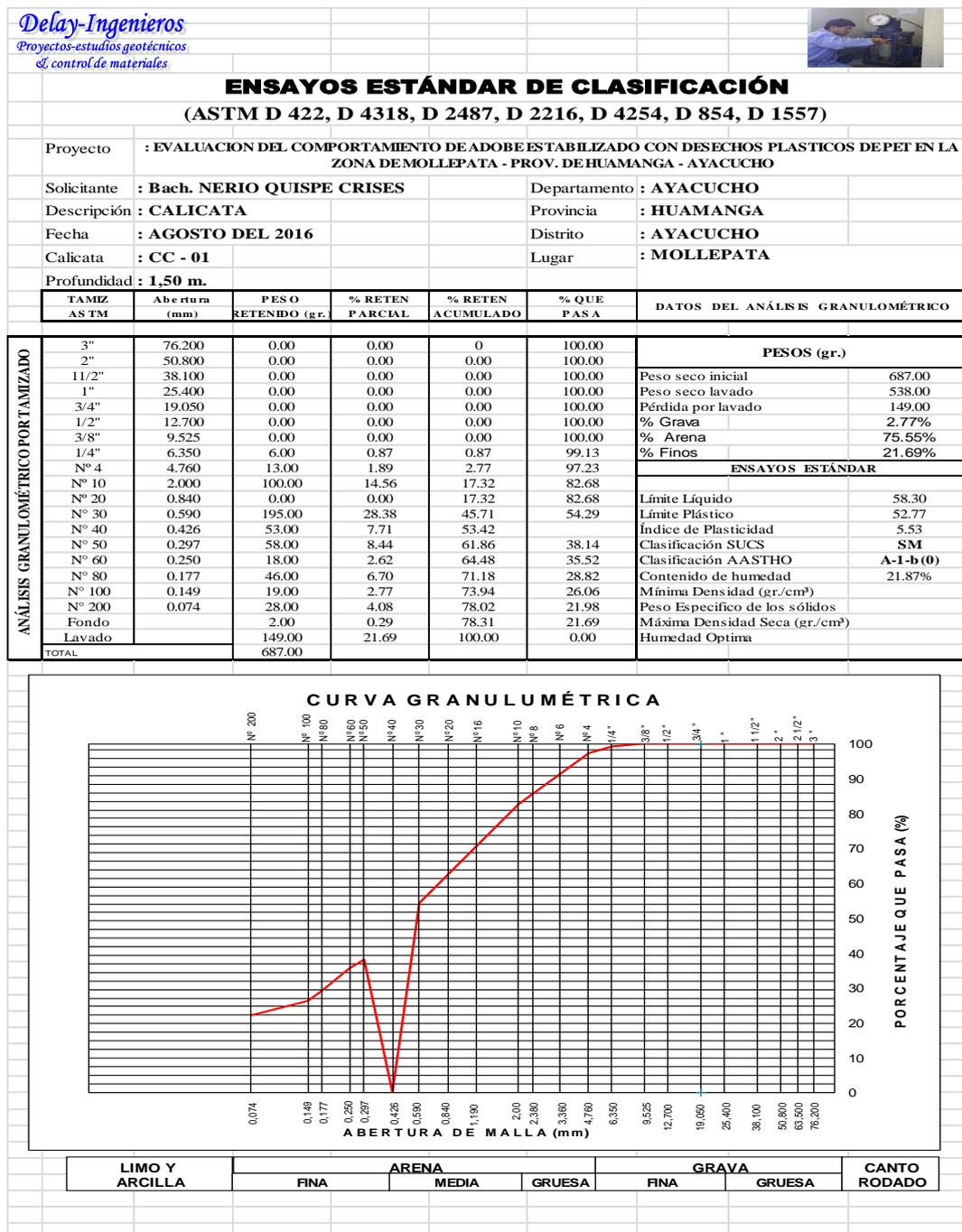


RECORD DE EXCAVACIÓN						
Proyecto		EVALUACION EL ESFUERZO ADMISIBLE DEL ADOBE ESTABILIZADO CON FIBRAS DE PET TRITURADA EN LA ZONA DE MOLLEPATA PROVINCIA HUAMANGA DEPARTAMENTO AYACUCHO.				
Solicitante		: Bach. NERIO QUISPE CRISES		Calicata N° : CC - 01		
Desig. de Área		: CALICATA		Ubicación : MOLLEPATA		
Método de excavación		: MANUAL		Lugar : MOLLEPATA		
Profund. De excavación		: 1,50 m		Elevación : msnm		
Elaborado por		: A.D.B		Nivel freático : No se encontró		
Fecha		: AGOSTO DEL 2016				
CLASIFICACIÓN SUCS		PROFUNDIDAD				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SÍMBOLO	GRAFICO	METROS	ESTRATO	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cc)	HUMEDAD (%)	
		0.00m.	A			Estrato : "A" - Profundidad de 0.00 a 0.20m. Suelo de color marron de compactidad semi compacto , suelo de cultivo, con presencia de raicillas.
SM		0.20 m.	B		21.87%	Estrato : "B" - Profundidad de 0.20 a 1,50m. Compuesto por material uniforme areno limoso, de color marron claro, se encuentra en estado de compactidad semi compacto a compacta, la consistencia del suelo es de regular a bueno, a esta profundidad el suelo presenta un % de finos=21,68 LL=58.30; IP=5,53
		1,50 m.				

Fuente: Delay Ingenieros (2016)

De manera similar las pruebas de tamaño de tamices finos del suelo, expresan en porcentaje como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 10: Curva Granulométrica del Suelo



Fuente: Delay Ingenieros (2016)

❖ **Prueba de laboratorio**

Sometio en el pesado y ruptura de los bloques elaborados, con la finalidad de evaluar la resistencia tal como se muestra en la fotografía N°15.



Fotografía N°15: Pesado y ruptura del bloque

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 De las pruebas de resistencia

Al aplicar la carga los bloques resistían sin fisuras poco tiempo. Pero si aplicamos a mayor constante las fisuras empezaban a manifestarse verticales en las aristas de las caras laterales y poco a poco se iban expandiendo a lo largo de toda la cara lateral. Hacia la mitad de la carga máxima las caras laterales ya estaban separadas de la masa del bloque un tiempo después de alcanzar la máxima resistencia, se comprobaba que los bloques se rompían con forma troncocónica doble invertida como la típica manera de romper de las probetas de hormigón.

De los resultados que se obtuvo se pueden evidenciar que al agregarle PET triturada en proporción porcentaje de (0.5%,1%,1.5%,2% y 2.5%), que es favorable de acuerdo a la investigación realizada y es recomendable promover la elaboración de ladrillos de adobe con PET

triturado necesario para crear mayor resistencia y durabilidad de las construcciones.

El valor del esfuerzo admisible se obtiene en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última (f_c) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas. Los ensayos se han desarrollado utilizando piezas completamente secas y aptas para el laboratorio.

La resistencia a la compresión de la unidad de la investigación se ha logrado la resistencia promedio de las 05 muestras realizadas con diferentes proporciones de PET, logrando llegar a un resultado promedio de 12.87 kg/cm².

Muestra realizada de adobe común

Las muestras elaboradas con ichu se dio resultado promedio de 12.52 kg/cm², como nos muestra el cuadro N°11.

Cuadro N°11: Muestra realizada de adobe con Ichu.

Nº	MUESTRA	LARGO ESPECIMEN (cm)	ANCHO ESPECIMEN (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	LECTURA DIGITAL (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	ESTRUCTURA
1	M-01	9.99	10.00	99.9000	1242.01	12.43	Muestra de adobe con ichu de 9.99*10
2	M-02	9.98	9.99	99.7002	1247.11	12.51	Muestra de adobe con ichu de 9.98*9.99
3	M-03	9.99	9.99	99.8001	1260.37	12.63	Muestra de adobe con ichu 9.99*9.99
Promedio Total						12.52 kg/cm²	

Fuente: Elaboración propia.

Muestra realizada con 0.5% fibras de (PET) triturada

Cuadro N°12: Muestra realizada con 0.5% fibras de (PET) triturada

Nº	MUESTRA	LARGO ESPECIMEN (cm)	ANCHO ESPECIMEN (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	LECTURA DIGITAL (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	ESTRUCTURA
1	M-01	9.99	9.98	99.7002	1203.26	12.06	Muestra de adobe con PET 9.99*9.98
2	M-02	9.98	9.99	99.7002	1198.17	12.01	Muestra de adobe con PET 9.98*9.99
3	M-03	9.99	9.99	99.8001	1213.46	12.15	Muestra de adobe con PET 9.99*9.99
4	M-04	9.99	10.00	99.9000	1203.27	12.04	Muestra de adobe con PET 9.99*10
5	M-05	9.98	9.99	99.7002	1206.33	12.09	Muestra de adobe con PET 9.98*9.99
6	M-06	10.00	10.00	100.00	1202.25	12.02	muestra de adobe con PET 10*10
Promedio Total						12.06	(kg/cm²)

Fuente: Elaboración propia.

Muestra realizada con 1.0 % fibras de (PET) triturada

Cuadro N°13: Muestra realizada de adobe con 1.0% de PET.

Nº	MUESTRA	LARGO ESPECIMEN (cm)	ANCHO ESPECIMEN (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	LECTURA DIGITAL (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	ESTRUCTURA
1	M-01	9.98	9.99	99.7002	1218.57	12.22	Muestra de adobe con PET 9.98*9.99
2	M-02	9.99	9.99	99.8001	1221.63	12.24	Muestra de adobe con PET 9.99*9.99
3	M-03	9.99	9.99	99.8001	1222.65	12.25	Muestra de adobe con PET 9.99*9.99
4	M-04	9.98	9.99	99.7002	1226.73	12.30	Muestra de adobe con PET 9.98*9.99
5	M-05	9.99	10.00	99.9000	1228.77	12.30	Muestra de adobe con PET 9.99*10
6	M-06	9.98	9.98	99.6004	1230.80	12.35	Muestra de adobe con PET 9.98*9.98
Promedio Total						12.27	(kg/cm²)

Fuente: Elaboración propia.

Muestra realizada con 1.5% fibras de (PET) triturada

Cuadro N°14: Muestra realizada de adobe con 1.5% de PET

Nº	MUESTRA	LARGO ESPECIMEN (cm)	ANCHO ESPECIMEN (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	LECTURA DIGITAL (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	ESTRUCTURA
1	M-01	9.97	9.99	99.6003	1238.96	12.43	Muestra de adobe con PET 9.97*9.99
2	M-02	9.99	9.99	99.8001	1250.18	12.52	Muestra de adobe con PET 9.99*9.99
3	M-03	9.98	9.99	99.7002	1254.25	12.58	Muestra de adobe con PET 9.98*9.99
4	M-04	9.99	9.99	99.8001	1249.16	12.51	Muestra de adobe con PET 9.99*9.99
5	M-05	10.00	10.00	100.00	1259.36	12.59	Muestra de adobe con PET 10*10
6	M-06	9.99	9.99	99.8001	1262.42	12.64	Muestra de adobe con PET 9.99*9.99
Promedio Total						12.54	(kg/cm²)

Fuente: Elaboración propia.

Muestra realizada con 2.0 % fibras de (PET) triturada

Cuadro N°15: Muestra realizada de adobe con 2.0% de PET.

Nº	MUESTRA	LARGO ESPECIMEN (cm)	ANCHO ESPECIMEN (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	LECTURA DIGITAL (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	ESTRUCTURA
1	M-01	9.99	9.98	99.7002	1315.44	13.19	Muestra de adobe con PET 9.99*9.98
2	M-02	9.97	9.97	99.4009	1320.54	13.28	Muestra de adobe con PET 9.97*9.97
3	M-03	9.99	9.98	99.8001	1323.59	13.26	Muestra de adobe con PET 9.99*9.98
4	M-04	9.98	9.98	99.6004	1328.69	13.34	Muestra de adobe con PET 9.98*9.98
5	M-05	9.99	9.99	99.8001	1330.74	13.33	Muestra de adobe con PET 9.99*9.99
6	M-06	9.99	9.99	99.8001	1325.64	13.28	Muestra de adobe con PET 9.99*9.99
Promedio Total						13.28 (kg/cm²)	

Fuente: Elaboración propia.

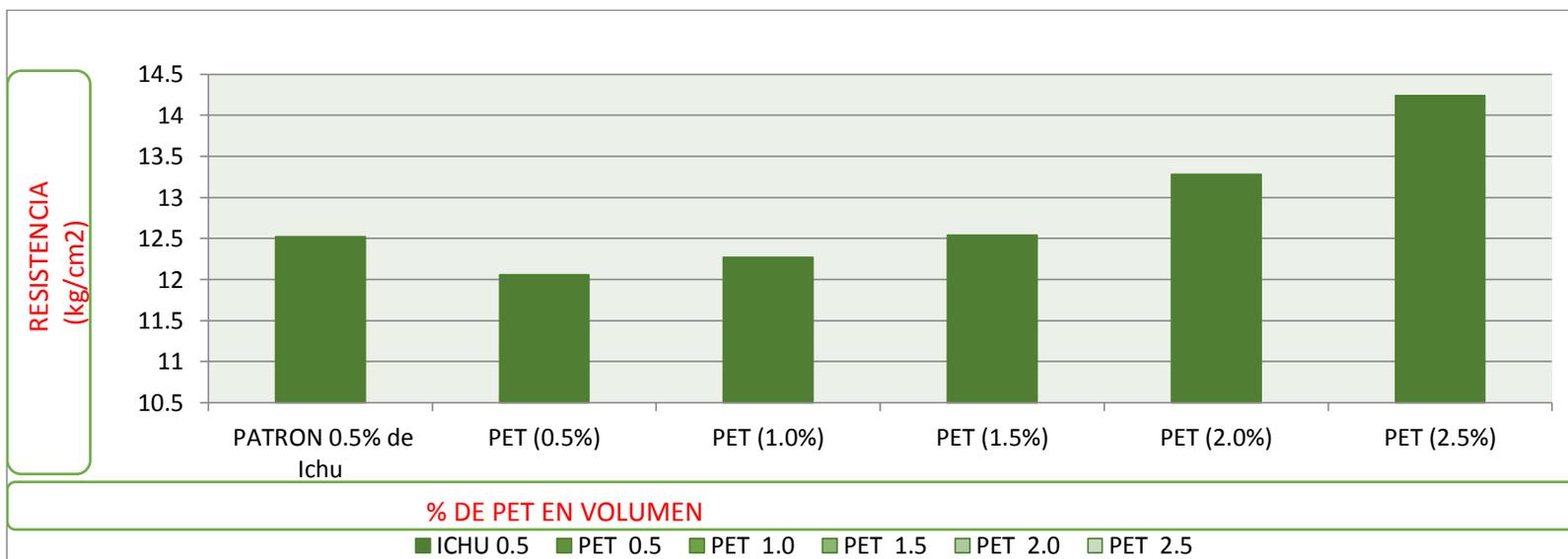
Muestra realizada con 2.5% fibras de (PET) triturada

Cuadro N°16: Muestra realizada de adobe con 2.5% de PET

Nº	MUESTRA	LARGO ESPECIMEN (cm)	ANCHO ESPECIMEN (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	LECTURA DIGITAL (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	ESTRUCTURA
1	M-01	9.99	9.99	99.8001	1412.31	14.15	Muestra de adobe con PET 9.99*9.99
2	M-02	9.98	9.98	99.6004	1407.21	14.12	Muestra de adobe con PET 9.98*9.98
3	M-03	9.99	9.98	99.7002	1422.50	14.26	Muestra de adobe con PET 9.99*9.98
4	M-04	9.99	9.99	99.8001	1427.60	14.30	Muestra de adobe con PET 9.99*9.99
5	M-05	9.98	9.99	99.7002	1430.66	14.34	Muestra de adobe con PET 9.98*9.99
6	M-06	9.98	9.98	99.6004	1425.57	14.31	Muestra de adobe con PET 9.98*9.98
Promedio Total						14.24	(kg/cm²)

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos del laboratorio se observa claramente que el porcentaje de fibras de PET triturada es más resistente a medida que aumentamos mayor porcentaje de PET la resistencia será mayor, habiendo alcanzado máxima de 14.24 kg/cm² al emplear 2.5% de PET triturado.



Gráfica N°03: Prueba de resistencia de los adobes elaborados

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Los esfuerzos admisibles en el adobe estabilizado con PET triturado aumenta en relación a las proporciones porcentuales en peso siendo 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5% de PET, que corresponde a 12.06, 12.27, 12.54, 13.28 y 14.24 kg/cm² de la unidad de resistencia respectivamente.

4.2 RECOMENDACIONES

Incidir en el estudio de adobe estabilizado con material de la zona que hay tanto abundancia como los desechos plásticos de PET y otros con las dosis apropiadas alcanzando su máxima resistencia en relación a la comprensión teniendo como mínimo el alcanzado por adobes sin estabilizar siendo 12 kg/cm², que recomienda el Reglamento Nacional de Edificaciones .

Continuar con la investigación del adobe en lo referente de las dimensiones de manera que el resultado sea adecuado para nuestra zona.

Se necesita mayor investigación del adobe para saber diferentes comportamientos y propiedades estructurales agregado con desechos o fibras plásticas de PET.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Badillo, J. (1968) Laboratorio de Mecánica de suelos, Geotecnia
Unidad IV, Biblioteca Central.
- Bautista, O. (1992) Propiedades Estructurales del adobe en la
Ciudad de Ayacucho (Tesis Pregrado) UNSCH.
- Bonilla, M. (2012) Adobe alivianado para Mamposterías no
Portantes (Tesis Pregrado) UTPL – Ecuador.
- CAPECO. (2006) Reglamento Nacional de Construcciones
Lima – Perú.
- Castro, P. (2011) Diagnóstico de la Construcción en Ayacucho
(Presentado a Colegio Ingenieros de Ayacucho).
- Delgado, S.(2006) Comportamiento sísmico de un módulo de
Adobe (Tesis Pregrado) PUCP.
- García y Ramírez, T.L. (2006) Propuesta de un Manual de
laboratorio de Mecánica de suelos Norma ASTM 2003 (Tesis
Pregrado) Centro América.
- Reyes, C. (2009) Instalación de una planta recicladora de
envases de PET- México (Tesis Pregrado) UPIICSA.
- NTP.339.128. (1999) Método de ensayo para el análisis
Granulométrico Lima – Perú.

ANEXOS



Elaboración de adobes en la Comunidad de Mollepata.



Extracción de suelos para elaboración de adobe



Tierra para elaboración de adobes



Muestras o bloques de adobe



Balanza Eletrónica



Pruebas de adobe en Laboratorio



Ruptura de muestras de adobe.