

3.5.4.4. Ensayo de alabeo.

3.5.4.4.1. Equipos y materiales:

- Adobes (tradicional, tipo I y II).
- Regla metálica 60 cm.
- Brocha.
- Cuña de medición graduada y numerada en divisiones de 1 mm.

3.5.4.4.2. Procedimiento:

- Se elimina con una brocha el polvo adherido a las unidades de adobe.
- Se colocó la regla metálica de forma longitudinal o transversal, adoptando la ubicación que da la mayor desviación de la línea recta.
- Se usó la cuña para medir la distancia entre la unidad de adobe y la regla metálica y registrarla como la distorsión (alabeo) de la superficie.



Figura 68: Limpieza de las unidades de adobe.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 69: Medición del alabeo con la cuña metálica.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 70: Ensayo de alabeo en la unidad de adobe tradicional.
(Elaboración propia, 2019)



Figura 71: Ensayo de alabeo en la unidad de adobe tipo I.
(Elaboración propia, 2019)




Figura 72: Ensayo de alabeo en la unidad de adobe tipo II.
(Elaboración propia, 2019)

3.5.4.4.3. *Toma de datos.*

A. Unidad de adobe tradicional.


Tabla 15: Toma de datos del ensayo de alabeo adobe tradicional.

| <u>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</u> | | | | |
|--|----------------------------|---------|---|---------|
| <u>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</u> | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | ALABEO | | | |
| ALABEO - ADOBE TRADICIONAL | | | | |
| ESPECIMEN | CARA A | | CARA B | |
| Nº | CÓNCAVO | CONVEXO | CÓNCAVO | CONVEXO |
| 1 | 3.50 | - | 4.00 | - |
| 2 | 4.00 | - | 3.00 | - |
| 3 | 3.00 | - | 3.50 | - |
| 4 | 4.00 | - | 2.00 | - |
| 5 | 3.50 | - | 2.00 | - |
| 6 | 3.00 | - | 1.50 | - |
| 7 | 3.00 | - | 3.00 | - |
| 8 | 2.00 | - | 2.00 | - |
| PROMEDIO (mm.) | 3.25 | - | 2.63 | - |
| CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.) | | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.) | - | | | |
| ALABEO PROMEDIO (mm.) | | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)


B. Unidad de adobe tipo I.

Tabla 16: Toma de datos del ensayo de alabeo adobe tipo I.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|--|----------------------------|----------------|---|----------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | 14/08/2019 | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | ALABEO | | | |
| ALABEO - ADOBE TIPO I | | | | |
| ESPECIMEN | CARA A | | CARA B | |
| | Nº | CÓNCAVO | CONVEXO | CÓNCAVO |
| 1 | 2.50 | - | 3.50 | - |
| 2 | 2.50 | - | 1.00 | - |
| 3 | 4.00 | - | 4.00 | - |
| 4 | 3.00 | - | 4.50 | - |
| 5 | 2.00 | - | 4.50 | - |
| 6 | 1.50 | - | 3.00 | - |
| 7 | 3.50 | - | 2.50 | - |
| 8 | 3.00 | - | 3.00 | - |
| PROMEDIO (mm.) | 2.75 | - | 3.25 | - |
| CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.) | | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.) | - | | | |
| ALABEO PROMEDIO (mm.) | | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

C. Unidad de adobe tipo II.*Tabla 17: Toma de datos del ensayo de alabeo adobe tipo II.*

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|---|----------------------------|---------|---|---------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | 14/08/2019 | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | ALABEO | | | |
| ALABEO - ADOBE TIPO II | | | | |
| ESPECIMEN | CARA A | | CARA B | |
| | N° | CÓNCAVO | CONVEXO | CÓNCAVO |
| 1 | 2.00 | - | 2.50 | - |
| 2 | 2.00 | - | 3.50 | - |
| 3 | 3.50 | - | 2.50 | - |
| 4 | 4.00 | - | 3.50 | - |
| 5 | 3.00 | - | 3.50 | - |
| 6 | 3.50 | - | 3.00 | - |
| 7 | 3.00 | - | 3.50 | - |
| 8 | 4.00 | - | 3.50 | - |
| PROMEDIO (mm.) | 3.13 | - | 3.19 | - |
| CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.) | | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.) | - | | | |
| ALABEO PROMEDIO (mm.) | | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

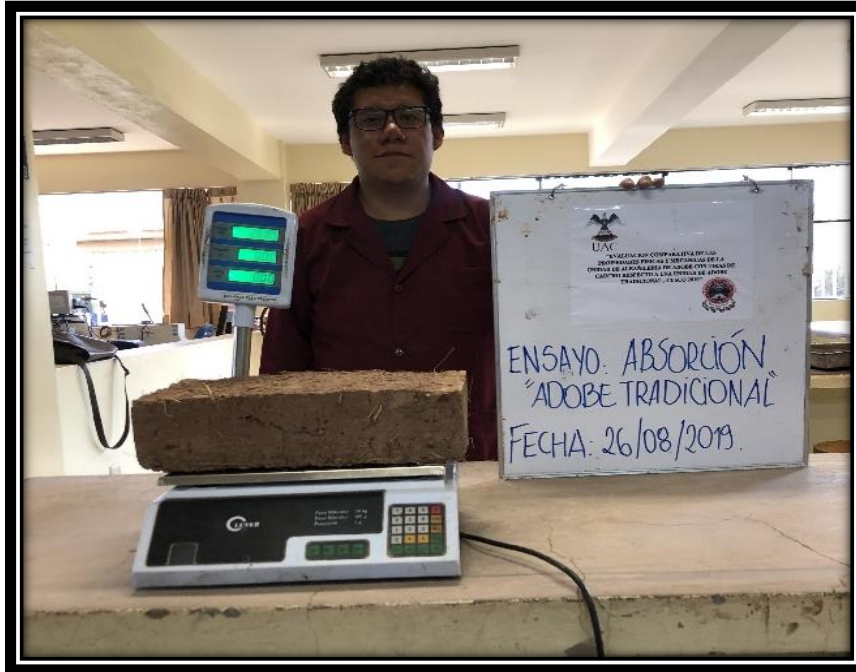
3.5.4.5. Ensayo de absorción.**3.5.4.5.1. Equipos y materiales:**

- Adobe (tradicional, tipo I y II).
- Bandeja.
- Agua.
- Balanza.
- Cilindro.

3.5.4.5.2. Procedimiento:

- Medimos las dimensiones largo, ancho y alto de los adobes.
- Pesamos los especímenes en una balanza electrónica

- Registramos el peso seco de los especímenes
- Se somete a inmersión los adobes durante 24 horas dentro del cilindro.
- Registramos los pesos de los adobes después de la inmersión a 1, 6, 12 y 24 horas.



*Figura 73: Peso de la unidad de adobe antes del ensayo.
(Elaboración propia, 2019)*



*Figura 74: Inmersión de las unidades de adobe tradicional.
(Elaboración propia, 2019)*



Figura 75: Inmersión de las unidades de adobe tipo I.
(Elaboración propia, 2019)



Figura 76: Inmersión de las unidades de adobe tipo II.
(Elaboración propia, 2019)

3.5.4.5.3. *Toma de datos.*

A. Unidad de adobe tradicional.


Tabla 18: Toma de datos del ensayo de absorción adobe tradicional.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|------------------|-----------|---|-----------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | | | |  | |
| FECHA: | 26/08/2019 | | | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | | | |
| ENSAYO: | ABSORCIÓN | | | | | | | | |
| ABSORCIÓN - ADOBE TRADICIONAL | | | | | | | | | |
| ESPECIMEN | PESO SECO | PESO SATURADO 1 | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 6 | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 12 | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 24 | ABSORCIÓN |
| N° | (GR.) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) |
| 1 | 12705.00 | | | | | | | | |
| 2 | 12850.00 | | | | | | | | |
| 3 | 12740.00 | | | | | | | | |
| 4 | 12885.00 | | | | | | | | |
| 5 | 12940.00 | | | | | | | | |
| 6 | 12740.00 | | | | | | | | |
| 7 | 12765.00 | | | | | | | | |
| 8 | 12795.00 | | | | | | | | |
| PROMEDIO | | | | | | | | | |

Fuente:(Elaboración propia, 2019)

**B. Unidad de adobe tipo I.**

Tabla 19: Toma de datos del ensayo de absorción adobe tipo I.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|---|-----------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | | | |  | |
| FECHA: | 26/08/2019 | | | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | | | |
| ENSAYO: | ABSORCIÓN | | | | | | | | |
| ABSORCIÓN - ADOBE TIPO I | | | | | | | | | |
| ESPECIMEN | PESO SECO | PESO SATURADO 1 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 6 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 12 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 24 HR. | ABSORCIÓN |
| N° | (GR.) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) |
| 1 | 12450.00 | | | | | | | | |
| 2 | 12395.00 | | | | | | | | |
| 3 | 12975.00 | | | | | | | | |
| 4 | 12545.00 | | | | | | | | |
| 5 | 12940.00 | | | | | | | | |
| 6 | 12355.00 | | | | | | | | |
| 7 | 12290.00 | | | | | | | | |
| 8 | 12425.00 | | | | | | | | |
| PROMEDIO | | | | | | | | | |

Fuente:(Elaboración propia, 2019)



C. Unidad de adobe tipo II.

Tabla 20: Toma de datos del ensayo de absorción adobe tipo II.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | | | | | |
| FECHA: | 26/08/2019 | | | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | | | |
| ENSAYO: | ABSORCIÓN | | | | | | | | |
| ABSORCIÓN - ADOBE TIPO II | | | | | | | | | |
| ESPECIMEN | PESO SECO | PESO SATURADO 1 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 6 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 12 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 24 HR. | ABSORCIÓN |
| N° | (GR.) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) |
| 1 | 12605.00 | | | | | | | | |
| 2 | 12955.00 | | | | | | | | |
| 3 | 12995.00 | | | | | | | | |
| 4 | 12745.00 | | | | | | | | |
| 5 | 12775.00 | | | | | | | | |
| 6 | 12795.00 | | | | | | | | |
| 7 | 12510.00 | | | | | | | | |
| 8 | 12725.00 | | | | | | | | |
| PROMEDIO | | | | | | | | | |

Fuente:(Elaboración propia, 2019)

3.5.4.6. Ensayo de succión.

3.5.4.6.1. Equipos y materiales:

- Adobe (tradicional, tipo I y II).
- Bandeja.
- Agua.
- Balanza.
- Cronometro.

3.5.4.6.2. Procedimiento:

- Llenamos la bandeja con agua que sobrepase 3 mm el área de contacto (tacos de madera).
- Se registró el peso seco del espécimen.
- Se colocó los adobes dentro de la bandeja con agua por un periodo de 60 segundos.
- Al finalizar se retiraron los adobes de las bandejas y se registraron los pesos de los adobes.

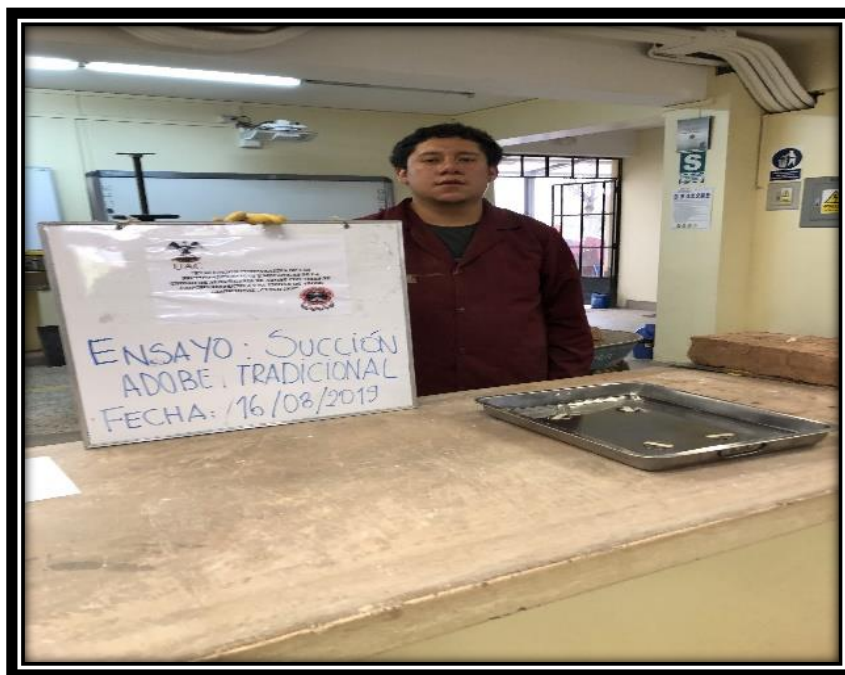


Figura 77: Llenamos las bandejas con agua hasta una altura de 3mm.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 78: Pesamos las unidades de adobe antes del ensayo.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 79: Colocamos la unidad en la bandeja durante 1 min.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 80: Registramos el peso de las unidades después del ensayo.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 81: Unidades de adobe tipo i después de su ensayo.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 82: Unidades de adobe tipo ii después de su ensayo.


(Elaboración propia, 2019)



3.5.4.6.3. Toma de datos:


A. Unidad de adobe tradicional.

Tabla 21: Toma de datos del ensayo de succión adobe tradicional.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | | |  |
| FECHA: | 16/08/2019 | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | |
| ENSAYO: | SUCCIÓN | | | | | | |
| SUCCIÓN - ADOBE TRADICIONAL | | | | | | | |
| ESPECIMEN N° | PESO SECO (GR.) | LARGO (CM.) | ANCHO (CM.) | AREA (CM2.) | TIEMPO DE SUCCION (MIN.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (GR.) | SUCCION (gr./min./200cm2) |
| 1 | 12940.00 | 40.20 | 19.80 | | 1.00 | 12990.00 | |
| 2 | 12740.00 | 40.10 | 20.20 | | 1.00 | 12780.00 | |
| 3 | 12765.00 | 39.40 | 19.80 | | 1.00 | 12805.00 | |
| 4 | 12795.00 | 39.70 | 19.90 | | 1.00 | 12815.00 | |
| 5 | 12705.00 | 40.00 | 20.10 | | 1.00 | 12745.00 | |
| 6 | 12850.00 | 39.80 | 19.80 | | 1.00 | 12885.00 | |
| 7 | 12740.00 | 39.50 | 19.70 | | 1.00 | 12765.00 | |
| 8 | 12885.00 | 39.70 | 19.50 | | 1.00 | 12905.00 | |
| PROMEDIO | 12802.50 | 39.80 | 19.85 | | 1.00 | 12836.25 | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

**B. Unidad de adobe tipo I.***Tabla 22: Toma de datos del ensayo de succión adobe tipo I.*

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | |
|--|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | | |  |
| FECHA: | 16/08/2019 | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | |
| ENSAYO: | SUCCIÓN | | | | | | |
| SUCCIÓN - ADOBE TIPO I | | | | | | | |
| ESPECIMEN N° | PESO SECO (GR.) | LARGO (CM.) | ANCHO (CM.) | AREA (CM2.) | TIEMPO DE SUCCION (MIN.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (GR.) | SUCCION (gr./min./200cm2) |
| 1 | 12425.00 | 40.30 | 19.90 | | 1.00 | 12500.00 | |
| 2 | 12285.00 | 39.70 | 20.60 | | 1.00 | 12315.00 | |
| 3 | 12450.00 | 40.00 | 19.80 | | 1.00 | 12485.00 | |
| 4 | 12395.00 | 39.30 | 19.70 | | 1.00 | 12450.00 | |
| 5 | 12975.00 | 39.70 | 20.30 | | 1.00 | 13005.00 | |
| 6 | 12545.00 | 39.60 | 20.20 | | 1.00 | 12595.00 | |
| 7 | 12355.00 | 40.10 | 20.00 | | 1.00 | 12385.00 | |
| 8 | 12290.00 | 39.80 | 20.20 | | 1.00 | 12315.00 | |
| PROMEDIO | 12465.00 | 39.81 | 20.09 | | 1.00 | 12506.25 | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

**C. Unidad de adobe tipo II.***Tabla 23: Toma de datos del ensayo de succión adobe tipo II.*

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | | |  |
| FECHA: | 16/08/2019 | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | |
| ENSAYO: | SUCCIÓN | | | | | | |
| SUCCIÓN - ADOBE TIPO II | | | | | | | |
| ESPECIMEN N° | PESO SECO (GR.) | LARGO (CM.) | ANCHO (CM.) | AREA (CM2.) | TIEMPO DE SUCCION (MIN.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (GR.) | SUCCION (gr./min./200cm2) |
| 1 | 12775.00 | 39.60 | 19.90 | | 1.00 | 12815.00 | |
| 2 | 12795.00 | 39.20 | 20.10 | | 1.00 | 12825.00 | |
| 3 | 12510.00 | 39.80 | 19.60 | | 1.00 | 12550.00 | |
| 4 | 12725.00 | 39.70 | 19.70 | | 1.00 | 12745.00 | |
| 5 | 12605.00 | 40.30 | 19.80 | | 1.00 | 12650.00 | |
| 6 | 12955.00 | 39.40 | 19.70 | | 1.00 | 13035.00 | |
| 7 | 12995.00 | 39.30 | 19.80 | | 1.00 | 13050.00 | |
| 8 | 12745.00 | 39.50 | 19.80 | | 1.00 | 12805.00 | |
| PROMEDIO | 12763.13 | 39.60 | 19.80 | | 1.00 | 12809.38 | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.5.4.7. Ensayo de erosión acelerada swinburne (SAET).

3.5.4.7.1. Equipos y materiales:

- Equipo de erosión acelerada.
- Adobe (tradicional , tipo I y II)
- Transportador.
- Agua.

3.5.4.7.2. Procedimiento:

- Se colocó la unidad de albañilería en un ángulo de 27 grados respecto a la horizontal.
- Se dejó caer una corriente continua de agua sobre el bloque a través de un tubo de cristal de 5 mm de diámetro, conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera está a 1.5 m sobre la cara del bloque durante 10 min.
- Con una varilla de 3 mm de diámetro se midió la profundidad de las oquedades (D) que aparecen. (AENOR, 2008).



Figura 83: Unidades de adobe a ensayar.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 84: Se colocó la unidad de adobe a un ángulo de 27°.
(Elaboración propia, 2019)



Figura 85: Dejamos discurrir el agua.
(Elaboración propia, 2019)



Figura 86: Ensayamos durante 10min.
(Elaboración propia, 2019)



Figura 87: Procedemos a medir la oquedad.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 88: Unidades de adobe tipo I ensayadas.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 89: Unidades de adobe tipo II ensayadas.

(Elaboración propia, 2019)

3.5.4.7.3. *Toma de datos.*

A. Unidades de adobe tradicional.

Tabla 24: Toma de datos saet – adobe tradicional.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|---|----------------------------|----------------------|---|--------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | 24/08/2019 | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | EROSION ACELERADA (SAET) | | | |
| EROSION ACELERADA (SAET) - ADOBE TRADICIONAL | | | | |
| ESPECIMEN | CAUDAL (ML/MIN.) | TIEMPO (MIN.) | OQUEDAD (MM.) | RESISTENCIA |
| 1 | 650.00 | 10.00 | 23.00 | |
| 2 | 650.00 | 10.00 | 28.00 | |
| 3 | 650.00 | 10.00 | 25.00 | |
| 4 | 650.00 | 10.00 | 17.00 | |
| 5 | 650.00 | 10.00 | 29.00 | |
| 6 | 650.00 | 10.00 | 24.00 | |
| 7 | 650.00 | 10.00 | 18.00 | |
| 8 | 650.00 | 10.00 | 17.00 | |
| PROMEDIO | 650.00 | 10.00 | 22.63 | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

**B. Unidades de adobe tipo I.**

Tabla 25: Toma de datos saet – adobe tipo I.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|--|----------------------------|----------------------|---|--------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | 24/08/2019 | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | EROSION ACELERADA (SAET) | | | |
| EROSION ACELERADA (SAET) - ADOBE TIPO I | | | | |
| ESPECIMEN | CAUDAL (ML/MIN.) | TIEMPO (MIN.) | OQUEDAD (MM.) | RESISTENCIA |
| 1 | 650.00 | 10.00 | 18.00 | |
| 2 | 650.00 | 10.00 | 17.00 | |
| 3 | 650.00 | 10.00 | 18.00 | |
| 4 | 650.00 | 10.00 | 22.00 | |
| 5 | 650.00 | 10.00 | 24.00 | |
| 6 | 650.00 | 10.00 | 21.00 | |
| 7 | 650.00 | 10.00 | 28.00 | |
| 8 | 650.00 | 10.00 | 21.00 | |
| PROMEDIO | 650.00 | 10.00 | 21.13 | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

**C. Unidades de adobe tipo II.***Tabla 26: Toma de datos saet – adobe tipo II.*

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|---|----------------------------|----------------------|---|--------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | 24/08/2019 | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | EROSION ACELERADA (SAET) | | | |
| EROSION ACELERADA (SAET) - ADOBE TIPO II | | | | |
| ESPECIMEN | CAUDAL (ML/MIN.) | TIEMPO (MIN.) | OQUEDAD (MM.) | RESISTENCIA |
| 1 | 650.00 | 10.00 | 25.00 | |
| 2 | 650.00 | 10.00 | 28.00 | |
| 3 | 650.00 | 10.00 | 23.00 | |
| 4 | 650.00 | 10.00 | 19.00 | |
| 5 | 650.00 | 10.00 | 21.00 | |
| 6 | 650.00 | 10.00 | 17.00 | |
| 7 | 650.00 | 10.00 | 18.00 | |
| 8 | 650.00 | 10.00 | 23.00 | |
| PROMEDIO | 650.00 | 10.00 | 21.75 | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.5.4.8. Ensayo de compresión de unidades.

3.5.4.8.1. Equipos y materiales:

- Unidades de adobe (tradicional, tipo I y II).
- Láminas de neopreno.
- Máquina de resistencia a la compresión.
- Regla metálica.

3.5.4.8.2. Procedimiento:

- a) Se escogen las muestras de unidades de adobe que serán ensayadas, después de escoger dichas muestras, se procedió a medir el área que estará en contacto con la máquina de resistencia a la compresión.
- b) Posteriormente se procede a colocar las láminas de neopreno a la máquina para posteriormente colocar las unidades.
- c) Finalmente se colocó las unidades de adobe en la máquina y sometió a compresión hasta que la muestra falló en su totalidad.



Figura 90: Medimos el área de la unidad de adobe a ensayar.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 91: Colocamos la unidad de adobe con las láminas de neopreno.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 92: Sometemos la unidad de adobe a compresión hasta que falle.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 93: Registramos el valor de la carga registrada en la máquina de compresión.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 94: Verificamos la falla de la unidad de adobe tipo II (6 Tiras de caucho).

(Elaboración propia, 2019)




Figura 95: Unidades de adobe ensayas para llevarlas al desmonte.

(Elaboración propia, 2019)

3.5.4.8.3. *Toma de datos.*

A. Unidades de adobe tradicional:

Tabla 27: Toma de datos ensayo de compresión de unidades – adobe tradicional.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |
|---|-----------------------------|-------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  |
| FECHA: | 19/08/2019 | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ADOBE TRADICIONAL | | | |
| ESPECIMEN | CARGA MAXIMA (KGF.) | AREA (CM2.) | Fo (KG/CM2) |
| 1 | 11240.00 | 787.92 | |
| 2 | 11840.00 | 778.15 | |
| 3 | 12105.00 | 784.06 | |
| 4 | 13300.00 | 786.03 | |
| 5 | 10200.00 | 785.96 | |
| 6 | 10440.00 | 786.06 | |
| 7 | 9590.00 | 770.25 | |
| 8 | 9490.00 | 790.03 | |
| PROMEDIO | | | |


Fuente: (Elaboración propia, 2019)

B. Unidades de adobe tipo I.*Tabla 28: Toma de datos ensayo de compresión de unidades – adobe tipo I.*

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |
|---|-----------------------------|-------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  |
| FECHA: | 19/08/2019 | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ADOBE TIPO I | | | |
| ESPECIMEN | CARGA MAXIMA (KGF.) | AREA (CM2.) | Fo (KG/CM2) |
| 1 | 13850.00 | 780.08 | |
| 2 | 12890.00 | 786.05 | |
| 3 | 10000.00 | 776.18 | |
| 4 | 11920.00 | 784.06 | |
| 5 | 10540.00 | 794.00 | |
| 6 | 9880.00 | 788.00 | |
| 7 | 10480.00 | 786.03 | |
| 8 | 10120.00 | 792.00 | |
| PROMEDIO | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

C. Unidades de adobe tipo II.*Tabla 29: Toma de datos ensayo de compresión de unidades – adobe tipo II.*

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |
|---|-----------------------------|-------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  |
| FECHA: | 19/08/2019 | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ADOBE TIPO II | | | |
| ESPECIMEN | CARGA MAXIMA (KGF.) | AREA (CM2.) | Fo (KG/CM2) |
| 1 | 13040.00 | 776.18 | |
| 2 | 11950.00 | 784.06 | |
| 3 | 13050.00 | 794.00 | |
| 4 | 12590.00 | 787.92 | |
| 5 | 12630.00 | 778.15 | |
| 6 | 12210.00 | 784.06 | |
| 7 | 12150.00 | 786.03 | |
| 8 | 11605.00 | 796.00 | |
| PROMEDIO | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.5.4.9. Ensayo de resistencia a la flexión de unidades.**3.5.4.9.1. Equipos y Materiales:**

- Unidades de adobe (tradicional, tipo I y II).
- Máquina de resistencia a la compresión.
- Regla metálica.
- Base metálica con dos apoyos.

3.5.4.9.2. Procedimiento:

- a) Se procedió a seleccionar las unidades a ensayar
- b) Posteriormente procedimos a marcar la distancia donde irán los apoyos en la base de la unidad a ensayar.
- c) Luego medimos la altura y el ancho de la unidad a ensayar.
- d) Se colocó la base metálica al interior de la máquina de compresión.
- e) Insertamos la unidad sobre la base metálica verificando que las marcas del adobe se encuentre a la misma distancia que los apoyos.
- f) Finalmente se somete a la unidad hasta que falle y registramos la carga en la unidad.



Figura 96: Selección de las unidades de adobe a ensayar.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 97: Medición del ancho y la altura de la unidad a ensayar.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 98: Llevamos la unidad de adobe para su ensayo.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 99: Tomamos nota de la carga que registra la máquina de compresión.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 100: Verificación de la falla de la unidad de adobe tradicional.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 101: Verificación de la falla de la unidad de adobe tipo I.

(Elaboración propia, 2019)



Figura 102: Verificación de la falla de la unidad de adobe tipo II.

(Elaboración propia, 2019)



3.5.4.9.3. Toma de datos.

A. Unidad de adobe tradicional.

Tabla 30: Toma de datos ensayo de flexión de unidades – adobe tradicional.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | |
|--|----------------------------|--------------|-------------|--------------|---|--|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | |  | |
| FECHA: | 21/08/2019 | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN | | | | | |
| RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - ADOBE TRADICIONAL | | | | | | |
| ESPECIMEN | ANCHO (CM.) | ALTURA (CM.) | LARGO (CM.) | CARGA (KGF.) | ESFUERZO DE FLEXION (KGF/CM2) | |
| 1 | 19.50 | 9.80 | 30.00 | 120.00 | | |
| 2 | 19.80 | 9.60 | 30.00 | 150.00 | | |
| 3 | 19.80 | 10.00 | 30.00 | 140.00 | | |
| 4 | 19.70 | 9.70 | 30.00 | 130.00 | | |
| 5 | 19.20 | 9.50 | 30.00 | 150.00 | | |
| 6 | 19.90 | 9.70 | 30.00 | 160.00 | | |
| 7 | 20.00 | 9.80 | 30.00 | 110.00 | | |
| 8 | 19.40 | 9.50 | 30.00 | 190.00 | | |
| PROMEDIO | | | | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

**B. Unidad de adobe tipo I.***Tabla 31: Toma de datos ensayo de flexión de unidades – adobe tipo I.*

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | |
|---|----------------------------|--------------|-------------|--------------|---|--|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | |  | |
| FECHA: | 21/08/2019 | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN | | | | | |
| RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - ADOBE TIPO I | | | | | | |
| ESPECIMEN | ANCHO (CM.) | ALTURA (CM.) | LARGO (CM.) | CARGA (KGF.) | ESFUERZO DE FLEXION (KGF/CM2) | |
| 1 | 19.70 | 9.40 | 30.00 | 200.00 | | |
| 2 | 19.90 | 9.90 | 30.00 | 190.00 | | |
| 3 | 19.40 | 10.00 | 30.00 | 185.00 | | |
| 4 | 19.70 | 9.60 | 30.00 | 210.00 | | |
| 5 | 19.50 | 9.80 | 30.00 | 200.00 | | |
| 6 | 19.80 | 9.70 | 30.00 | 205.00 | | |
| 7 | 20.00 | 9.80 | 30.00 | 185.00 | | |
| 8 | 19.50 | 9.30 | 30.00 | 210.00 | | |
| PROMEDIO | | | | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

**C. Unidad de adobe tipo II.***Tabla 32: Toma de datos ensayo de flexión de unidades – adobe tipo II.*

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | |
|---|----------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | |  |
| FECHA: | 21/08/2019 | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN | | | | |
| RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - ADOBE TIPO II | | | | | |
| ESPECIMEN | ANCHO (CM.) | ALTURA (CM.) | LARGO (CM.) | CARGA (KGF.) | ESFUERZO DE FLEXION (KGF/CM2) |
| 1 | 19.80 | 9.80 | 30.00 | 280.00 | |
| 2 | 19.90 | 9.40 | 30.00 | 300.00 | |
| 3 | 19.80 | 10.00 | 30.00 | 280.00 | |
| 4 | 19.70 | 9.80 | 30.00 | 250.00 | |
| 5 | 19.40 | 9.70 | 30.00 | 310.00 | |
| 6 | 19.70 | 10.00 | 30.00 | 295.00 | |
| 7 | 20.00 | 9.80 | 30.00 | 295.00 | |
| 8 | 19.80 | 9.50 | 30.00 | 305.00 | |
| PROMEDIO | | | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.6. Procedimientos de análisis de datos.

3.6.1. Ensayos de laboratorio.

3.6.1.1. Muestreo.

3.6.1.1.1. *Procesamiento o cálculo de la prueba.*

Procedimos a extraer una muestra representativa por el método del cuarteo para su uso en los ensayos de límites de Atterberg, así como para granulometría.

3.6.1.1.2. *Diagramas o tablas.*

Tabla 33: Análisis de datos - muestreo.

| Datos De La Muestra | |
|------------------------------|-------|
| Muestra Representativa (Kg.) | 5.006 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.6.1.1.3. *Análisis de la prueba.*

Se obtuvo una muestra representativa de 5.006 Kg. Peso suficiente para poder realizar con tranquilidad los demás ensayos como son granulometría y límites de atterberg.

3.6.1.2. Ensayo de límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico).

3.6.1.2.1. *Procesamiento o cálculo de la prueba.*

- Una vez tomado los datos para cada prueba (límite líquido y límite plástico) se procede a calcular los límites de cada uno de ellos, así como también el índice de plasticidad que posee nuestro material ensayado.
- Para el caso de límite líquido se procede a hallar el contenido de humedad para cada número de golpes que se ensayó, luego se calcula el contenido de humedad que posee dicho material a 25 golpes el cual este será el límite líquido final.

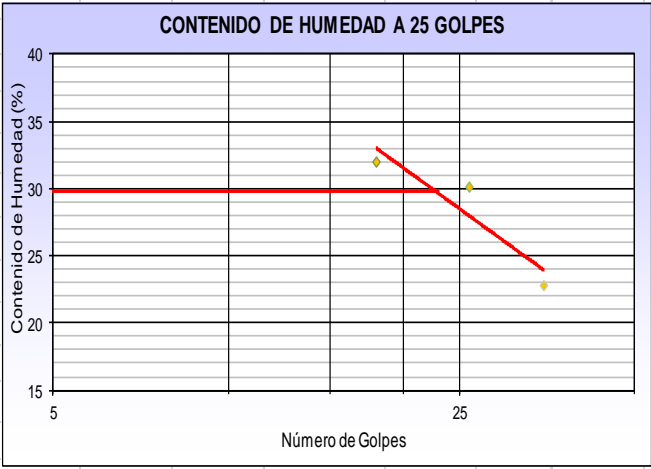
- Para el caso de límite plástico se procede a calcular el contenido de humedad para cada caso ensayado y finalmente se procede a calcular el promedio de ambos para hallar el límite plástico de nuestro material.
- Una vez obtenidos los límites, se procede a hallar el índice de plasticidad, el cual simplemente es la diferencia del límite líquido y límite plástico tal como se muestra en la tabla siguiente.

3.6.1.2.2. Diagramas o tablas.

Tabla 34: Análisis de datos – límites de Atterberg.

| PROCESAMIENTO DE RESULTADOS LIMITES DE ATTERBERG | | | | | | | | |
|--|----------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------------------------|--------|
| Tara Número | Unidades | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | | Límites de Consistencia | |
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | | |
| Peso Tara + Muestra Húmeda | Gr | 21.90 | 21.40 | 19.40 | 19.40 | 19.90 | LL = | 29.09% |
| Peso Tara + Muestra Seca | Gr | 19.60 | 19.30 | 17.50 | 18.50 | 18.90 | LP = | 13.28% |
| Peso de la Tara | Gr | 11.40 | 11.60 | 11.50 | 11.60 | 11.50 | IP = | 15.81% |
| Peso de la Muestra Seca | Gr | 8.20 | 7.70 | 6.00 | 6.90 | 7.40 | W _n = | 29.00% |
| Peso del Agua | Gr | 2.30 | 2.10 | 1.90 | 0.90 | 1.00 | K _w = | 0.58% |
| Contenido de Humedad | % | 28.05 | 27.27 | 31.67 | 13.04 | 13.51 | Líquida | |
| Número de Golpes | | 22 | 32 | 27 | Promedio : | | 13.28 | |

| Número de Golpes | Contenido de Humedad (%) |
|------------------|--------------------------|
| 22 | 28.05 |
| 32 | 27.27 |
| 27 | 31.67 |
| 25 | 29.09 |



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

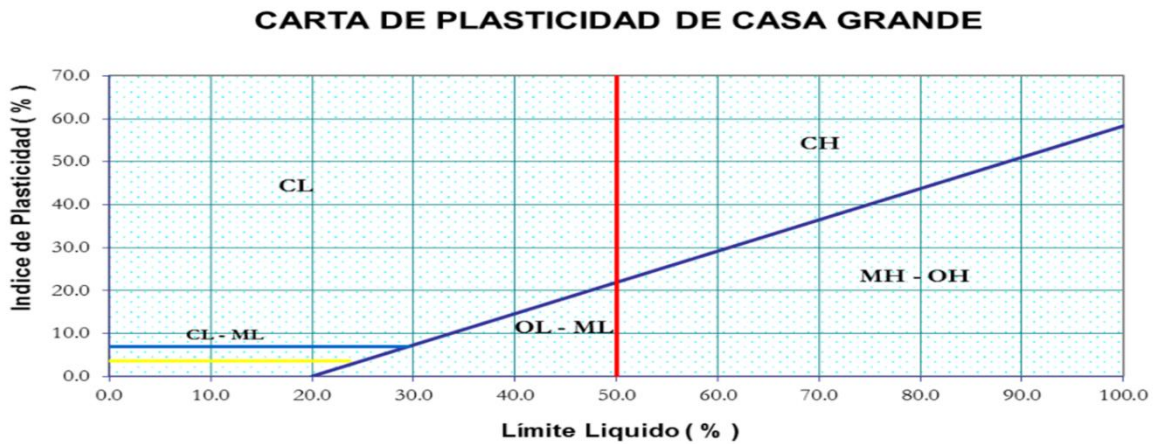


Figura 103: Carta de plasticidad de casa grande

Fuente: (Romero y Callasi Venero, 2017)

Tabla 35: Tipo de material según su plasticidad.

| | |
|---|-----------|
| Tipo de material según grafica de plasticidad SUCS. | CL |
| Arcillas de baja plasticidad | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.6.1.2.3. Análisis de la prueba.

Según los resultados que se obtuvieron de límite líquido y el índice de plasticidad se concluyeron que el tipo de material que fue utilizado para elaborar las unidades de adobe tradicional y adicionado con tiras de caucho, son ARCILLAS Y LIMOS DE BAJA PLASTICIDAD; dichos resultados fueron analizados de acuerdo a la carta de plasticidad de Casa Grande.

3.6.1.3. Ensayo de granulometría.


3.6.1.3.1. Procesamiento o cálculo de la prueba.

- Se determinó la proporción relativa en peso de los diferentes tamaños de granos de suelo, definidos por las aberturas de mallas utilizadas, de acuerdo a la clasificación unificada de Suelos (SUCS).

- Una vez que se obtuvo los pesos retenidos en cada tamiz utilizado, se procedió a realizar el cálculo del porcentaje de peso retenido de dicho material en cada serie de tamiz.
- Después del cálculo de porcentaje retenido, se procedió a calcular el porcentaje retenido acumulado para cada tamiz y luego se procedió a calcular el porcentaje que pasa cada serie de tamiz el cual utilizaremos para poder hallar nuestra curva granulométrica.
- Finalmente se procedió a hallar el material que constituye nuestra muestra según el sistema de clasificación de suelos AASHTO el cual depende del porcentaje que pasa en algunas series de tamices, así como los límites de Atterberg, tal como se muestra en los gráficos.

3.6.1.3.2. *Diagramas o tablas.*

Tabla 36: Análisis de datos - granulometría.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | |
|--|----------------------------|---------------|-----------------------------|--|---------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | |  | |
| FECHA: | 11/06/2019 | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | |
| ENSAYO: | GRANULOMETRIA | | | | |
| GRANULOMETRIA | | | | | |
| P1=500.00 | | | P2=491.20 | | |
| TAMIZ | ABERTURA | PESO RETENIDO | PORCENTAJE DE PESO RETENIDO | PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA |
| (PULG.) | (MM.) | (GR.) | (%) | (%) | (%) |
| 3/4" | 19.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9.5 | 40.90 | 8.18 | 8.18 | 91.82 |
| #4 | 4.76 | 71.40 | 14.28 | 22.46 | 77.54 |
| #8 | 2.38 | 87.10 | 17.42 | 39.88 | 60.12 |
| 16 | 1.19 | 88.70 | 17.74 | 57.62 | 42.38 |
| 30 | 0.59 | 69.30 | 13.86 | 71.48 | 28.52 |
| 50 | 0.297 | 57.50 | 11.50 | 82.98 | 17.02 |
| 100 | 0.149 | 39.10 | 7.82 | 90.80 | 9.20 |
| 200 | 0.074 | 37.20 | 7.44 | 98.24 | 1.76 |
| FONDO | | 8.80 | 1.76 | 100.00 | 0.00 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

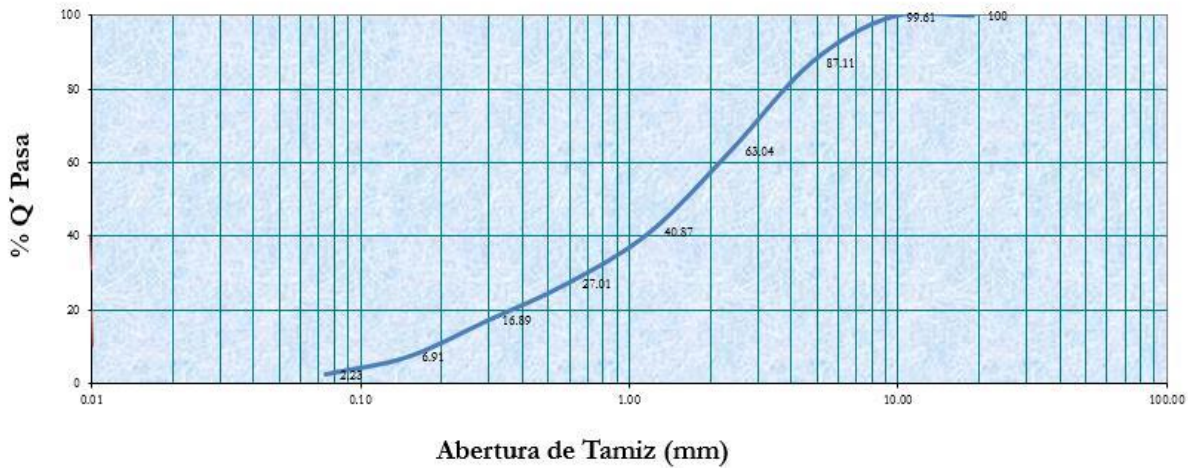


Figura 104: Curva granulométrica.
(Elaboración propia, 2019)

Tabla 37: Sistema de clasificación AASHTO

| Clasificación general | Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200) | | | | | | | Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200) | | | |
|--|---|--------|------------|----------------------------------|--------|--------|----------------|---|--------|--------|------------|
| | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| Grupo: | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | A-7-5 |
| Porcentaje que pasa: | | | | | | | | | | | |
| N° 10 (2mm) | 50 máx | - | - | | | | | | | | |
| N° 40 (0,425mm) | 30 máx | 50 máx | 51 mín | | | | | | | | |
| N° 200 (0,075mm) | 15 máx | 25 máx | 10 máx | | 35 máx | | | | 36 mín | | |
| Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 | | | | | | | | | | | |
| Límite líquido | - | - | - | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín (2) |
| Índice de plasticidad | 6 máx | | NP (1) | 10 máx | 10 máx | 11 mín | 11 mín | 10 máx | 10 máx | 11 mín | 11 mín |
| Constituyentes principales | Fragmentos de roca, grava y arena | | Arena fina | Grava y arena arcillosa o limosa | | | Suelos limosos | Suelos arcillosos | | | |
| Características como subgrado | Excelente a bueno | | | | | | | Pobre a malo | | | |

Fuente: (AASHTO M 145, 2000)

- Como se puede apreciar en la tabla anterior, se puede ver que según el sistema de clasificación de suelos AASHTO nuestro material es de tipo A-2-4.

Tabla 38: Sistema de clasificación AASHTO

| | |
|--|--------------|
| Tipo de material según clasificación de suelos AASHTO | A-2-6 |
| Grava y arena arcillosa o limosa | |

Fuente: (AASHTO M 145, 2000)

3.6.1.3.3. Análisis de la prueba.

De acuerdo a la clasificación de suelos AASHTO nuestro material ensayado es de tipo A2-4 el cual consiste en grava y arena arcillosa o limosa.


3.6.1.4. Ensayo de alabeo.

3.6.1.4.1. Procesamiento o cálculo de la prueba.

- Una vez terminado nuestro ensayo de alabeo se procede a realizar los cálculos de dicho ensayo, para el cual se procedió a realizar el cálculo del promedio de la convexidad y concavidad de nuestras unidades de adobe.
- Finalmente se procede a realizar el alabeo promedio que posee cada tipo de unidad ensayada


3.6.1.4.2. *Diagramas o tablas.*

Tabla 39: Análisis de datos – alabeo adobe tradicional.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|---|----------------------------|---------|---|---------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | 14/08/2019 | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | ALABEO | | | |
| ALABEO - ADOBE TRADICIONAL | | | | |
| ESPECIMEN | CARA A | | CARA B | |
| Nº | CÓNCAVO | CONVEXO | CÓNCAVO | CONVEXO |
| 1 | 3.50 | - | 4.00 | - |
| 2 | 4.00 | - | 3.00 | - |
| 3 | 3.00 | - | 3.50 | - |
| 4 | 4.00 | - | 2.00 | - |
| 5 | 3.50 | - | 2.00 | - |
| 6 | 3.00 | - | 1.50 | - |
| 7 | 3.00 | - | 3.00 | - |
| 8 | 2.00 | - | 2.00 | - |
| PROMEDIO | 3.25 | - | 2.63 | - |
| CONCAVIDAD PROMEDIO | 2.94 | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO | - | | | |
| ALABEO PROMEDIO | 2.94 | | | |


Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Tabla 40: Análisis de datos – alabeo adobe tipo I.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|--|----------------------------|---------|---|---------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | 14/08/2019 | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | ALABEO | | | |
| ALABEO - ADOBE TIPO I | | | | |
| ESPECIMEN | CARA A | | CARA B | |
| | CÓNCAVO | CONVEXO | CÓNCAVO | CONVEXO |
| N° | | | | |
| 1 | 2.50 | - | 3.50 | - |
| 2 | 2.50 | - | 1.00 | - |
| 3 | 4.00 | - | 4.00 | - |
| 4 | 3.00 | - | 4.50 | - |
| 5 | 2.00 | - | 4.50 | - |
| 6 | 1.50 | - | 3.00 | - |
| 7 | 3.50 | - | 2.50 | - |
| 8 | 3.00 | - | 3.00 | - |
| PROMEDIO | 2.75 | - | 3.25 | - |
| CONCAVIDAD PROMEDIO | 3 | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO | - | | | |
| ALABEO PROMEDIO | 3 | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Tabla 41: Análisis de datos – alabeo adobe tipo II.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|---|----------------------------|---------|---|---------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | 14/08/2019 | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | ALABEO | | | |
| ALABEO - ADOBE TIPO II | | | | |
| ESPECIMEN | CARA A | | CARA B | |
| | CÓNCAVO | CONVEXO | CÓNCAVO | CONVEXO |
| Nº | | | | |
| 1 | 2.00 | - | 2.50 | - |
| 2 | 2.00 | - | 3.50 | - |
| 3 | 3.50 | - | 2.50 | - |
| 4 | 4.00 | - | 3.50 | - |
| 5 | 3.00 | - | 3.50 | - |
| 6 | 3.50 | - | 3.00 | - |
| 7 | 3.00 | - | 3.50 | - |
| 8 | 4.00 | - | 3.50 | - |
| PROMEDIO | 3.13 | - | 3.19 | - |
| CONCAVIDAD PROMEDIO | 3.16 | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO | - | | | |
| ALABEO PROMEDIO | 3.16 | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



Figura 105: Análisis de datos – ensayo alabeo.
(Elaboración propia, 2019)

Tabla 42: Análisis de datos – promedio alabeo.

| Ensayo de alabeo (mm.) | | | |
|------------------------|------------|------------|-----------------|
| Espécimen | Concavidad | Convexidad | Alabeo promedio |
| Adobe tradicional | 2.93 | 0.00 | 2.93 |
| Adobe tipo I | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| Adobe tipo II | 3.16 | 0.00 | 3.16 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.6.1.4.3. Análisis de la prueba.

En los resultados del ensayo de alabeo se pudo apreciar que nuestras unidades de adobe tanto tradicional y mejorados con material calcáreo, no presentan un tipo de alabeo convexo; esta condición es generada gracias a que el desmoldado de las unidades se realizó de abajo hacia arriba lo que genera que nuestra unidad tenga una tendencia a ser cóncavas.



3.6.1.5. Ensayo de absorción.

3.6.1.5.1. *Procesamiento o cálculo de la prueba.*

Se procedió a hallar el porcentaje de absorción de cada tipo de unidad de adobe, así como también el porcentaje de absorción promedio de cada tipo de unidad de adobe, el porcentaje de absorción se halló de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Absorcion\%} = \frac{100(W_s - W_d)}{W_d}$$


Donde:

- W_d = Peso seco del espécimen.
- W_s = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas según sea el caso.



3.6.1.5.2. Diagramas o tablas.


Tabla 43: Análisis de datos – absorción adobe tradicional.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | | | | |  |
| FECHA: | 26/08/2019 | | | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | | | |
| ENSAYO: | ABSORCIÓN | | | | | | | | |
| ABSORCIÓN - ADOBE TRADICIONAL | | | | | | | | | |
| ESPECIMEN | PESO SECO | PESO SATURADO 1 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 6 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 12 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 24 HR. | ABSORCIÓN |
| Nº | (GR.) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) |
| 1 | 12705.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 12850.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 12740.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 12885.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | 12940.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | 12740.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 12765.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8 | 12795.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PROMEDIO | | | | | | | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)




Tabla 44: Análisis de datos – absorción adobe tipo I.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | | | | |  |
| FECHA: | 26/08/2019 | | | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | | | |
| ENSAYO: | ABSORCIÓN | | | | | | | | |
| ABSORCIÓN - ADOBE TIPO I | | | | | | | | | |
| ESPECIMEN | PESO SECO | PESO SATURADO 1 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 6 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 12 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 24 HR. | ABSORCIÓN |
| N° | (GR.) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) |
| 1 | 12450.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 12395.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 12975.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 12545.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | 12940.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | 12355.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 12290.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8 | 12425.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PROMEDIO | | | | | | | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



Tabla 45: Análisis de datos – absorción adobe tipo II.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | | | | |  |
| FECHA: | 26/08/2019 | | | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | | | |
| ENSAYO: | ABSORCIÓN | | | | | | | | |
| ABSORCIÓN - ADOBE TIPO II | | | | | | | | | |
| ESPECIMEN | PESO SECO | PESO SATURADO 1 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 6 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 12 HR. | ABSORCIÓN | PESO SATURADO 24 HR. | ABSORCIÓN |
| N° | (GR.) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) | (GR.) | (%) |
| 1 | 12605.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 12955.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 12995.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 12745.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | 12775.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | 12795.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 12510.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8 | 12725.00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PROMEDIO | | | | | | | | | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



3.6.1.5.3. *Análisis de la prueba.*

En su totalidad ninguna de las unidades de adobe ya sean adobe tradicional, tipo I y tipo II soportaron el ensayo de absorción dichas unidades se desmoronaron al estar totalmente sumergidas antes de llegar a la primera hora del ensayo.

3.6.1.6. **Ensayo de succión.**

3.6.1.6.1. *Procesamiento o cálculo de la prueba.*

- Una vez tomado los datos del ensayo de succión se procedió a hallar la cantidad de agua que cada tipo de unidad de adobe succiona.
- Para hallar la cantidad de succión se halló con la siguiente ecuación el cual especifica en la norma como se muestra a continuación:


$$S = \frac{200W}{LB}$$

Donde:

- S = Succión normalizada a un área de 200 cm².
- W = Diferencia de pesos del espécimen entre el estado húmedo y seco (gr).
- L = Longitud del espécimen (cm).
- B = Ancho del espécimen (cm).

3.6.1.6.2. *Diagramas o tablas.*


Tabla 46: Análisis de datos – succión adobe tradicional.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|---|---------------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | |  | |
| FECHA: | 16/08/2019 | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | |
| ENSAYO: | SUCCIÓN | | | | | | |
| SUCCIÓN - ADOBE TRADICIONAL | | | | | | | |
| ESPECIMEN N° | PESO SECO (GR.) | LARGO (CM.) | ANCHO (CM.) | AREA (CM2.) | TIEMPO DE SUCCION (MIN.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (GR.) | SUCCION (gr./min./200cm2) |
| 1 | 12940.00 | 40.20 | 19.80 | 795.96 | 1.00 | 12990.00 | 12.56 |
| 2 | 12740.00 | 40.10 | 20.20 | 810.02 | 1.00 | 12780.00 | 9.88 |
| 3 | 12765.00 | 39.40 | 19.80 | 780.12 | 1.00 | 12805.00 | 10.25 |
| 4 | 12795.00 | 39.70 | 19.90 | 790.03 | 1.00 | 12815.00 | 5.06 |
| 5 | 12705.00 | 40.00 | 20.10 | 804.00 | 1.00 | 12745.00 | 9.95 |
| 6 | 12850.00 | 39.80 | 19.80 | 788.04 | 1.00 | 12885.00 | 8.88 |
| 7 | 12740.00 | 39.50 | 19.70 | 778.15 | 1.00 | 12765.00 | 6.43 |
| 8 | 12885.00 | 39.70 | 19.50 | 774.15 | 1.00 | 12905.00 | 5.17 |
| PROMEDIO | 12802.50 | 39.80 | 19.85 | 790.06 | 1.00 | 12836.25 | 8.52 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



Tabla 47: Análisis de datos – succión adobe tipo I.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | | |  |
| FECHA: | 16/08/2019 | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | |
| ENSAYO: | SUCCIÓN | | | | | | |
| SUCCIÓN - ADOBE TIPO I | | | | | | | |
| ESPECIMEN N° | PESO SECO (GR.) | LARGO (CM.) | ANCHO (CM.) | AREA (CM2.) | TIEMPO DE SUCCION (MIN.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (GR.) | SUCCION (gr./min./200cm2) |
| 1 | 12425.00 | 40.30 | 19.90 | 801.97 | 1.00 | 12500.00 | 18.70 |
| 2 | 12285.00 | 39.70 | 20.60 | 817.82 | 1.00 | 12315.00 | 7.34 |
| 3 | 12450.00 | 40.00 | 19.80 | 792.00 | 1.00 | 12485.00 | 8.84 |
| 4 | 12395.00 | 39.30 | 19.70 | 774.21 | 1.00 | 12450.00 | 14.21 |
| 5 | 12975.00 | 39.70 | 20.30 | 805.91 | 1.00 | 13005.00 | 7.45 |
| 6 | 12545.00 | 39.60 | 20.20 | 799.92 | 1.00 | 12595.00 | 12.50 |
| 7 | 12355.00 | 40.10 | 20.00 | 802.00 | 1.00 | 12385.00 | 7.48 |
| 8 | 12290.00 | 39.80 | 20.20 | 803.96 | 1.00 | 12315.00 | 6.22 |
| PROMEDIO | 12465.00 | 39.81 | 20.09 | 799.72 | 1.00 | 12506.25 | 10.34 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



Tabla 48: Análisis de datos – succión adobe tipo II.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | | | |  |
| FECHA: | 16/08/2019 | | | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | | | |
| ENSAYO: | SUCCIÓN | | | | | | |
| SUCCIÓN - ADOBE TIPO II | | | | | | | |
| ESPECIMEN N° | PESO SECO (GR.) | LARGO (CM.) | ANCHO (CM.) | AREA (CM2.) | TIEMPO DE SUCCION (MIN.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (GR.) | SUCCION (gr./min./200cm2) |
| 1 | 12775.00 | 39.60 | 19.90 | 788.04 | 1.00 | 12815.00 | 10.15 |
| 2 | 12795.00 | 39.20 | 20.10 | 787.92 | 1.00 | 12825.00 | 7.61 |
| 3 | 12510.00 | 39.80 | 19.60 | 780.08 | 1.00 | 12550.00 | 10.26 |
| 4 | 12725.00 | 39.70 | 19.70 | 782.09 | 1.00 | 12745.00 | 5.11 |
| 5 | 12605.00 | 40.30 | 19.80 | 797.94 | 1.00 | 12650.00 | 11.28 |
| 6 | 12955.00 | 39.40 | 19.70 | 776.18 | 1.00 | 13035.00 | 20.61 |
| 7 | 12995.00 | 39.30 | 19.80 | 778.14 | 1.00 | 13050.00 | 14.14 |
| 8 | 12745.00 | 39.50 | 19.80 | 782.10 | 1.00 | 12805.00 | 15.34 |
| PROMEDIO | 12763.13 | 39.60 | 19.80 | 784.06 | 1.00 | 12809.38 | 11.81 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

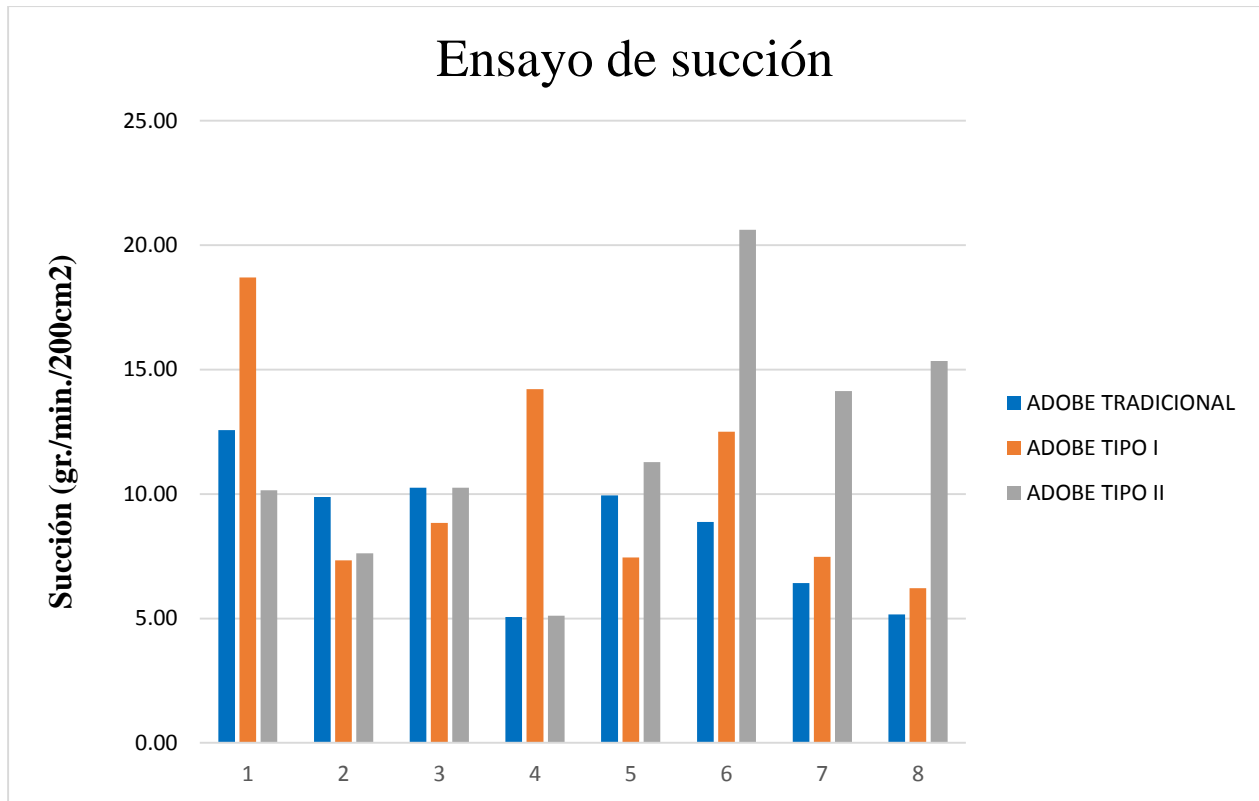


Figura 106: Análisis de datos – ensayo de succión.
(Elaboración propia, 2019)

Tabla 49: Análisis de datos – ensayo de succión.

| Ensayo de succión (gr./min/200cm ²) | | | |
|---|-------------------|--------------|---------------|
| Espécimen | Adobe tradicional | Adobe tipo I | Adobe tipo II |
| 1 | 12.56 | 18.70 | 10.15 |
| 2 | 9.88 | 7.34 | 7.61 |
| 3 | 10.25 | 8.84 | 10.26 |
| 4 | 5.06 | 14.21 | 5.11 |
| 5 | 9.95 | 7.45 | 11.28 |
| 6 | 8.88 | 12.50 | 20.61 |
| 7 | 6.43 | 7.48 | 14.14 |
| 8 | 5.17 | 6.22 | 15.34 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.6.1.6.3. *Análisis de la prueba.*

Del ensayo de succión se puede determinar que en promedio las unidades de adobe, ya sean tradicionales, las de tipo I o las del tipo II succionaron cantidades de agua bastante similares que se encuentran dentro de los rangos previstos salvo un caso excepcional del primer espécimen del tipo I.

3.6.1.7. **Ensayo de erosión acelerada swinburne (SAET).**

3.6.1.7.1. *Procesamiento o cálculo de la prueba.*

Se procede a comparar de acuerdo al nivel de oquedad que generó dicho ensayo si cada tipo de unidad de adobe tiene una resistencia nula, baja, medio o alta: de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 50: Resistencia a la erosión, criterios de aceptación o rechazo.

| Propiedad | Criterio | Resistencia |
|--|-----------------|--------------------|
| D , (profundidad de la oquedad , en mm.) | $0 > D > 5$ | ALTA |
| | $5 > D > 10$ | MEDIA |
| | $10 > D > 20$ | BAJA |
| | $D > 20$ | BAJA NULA |

Fuente: (AENOR; 2008)

3.6.1.7.2. *Diagramas o tablas.*

Tabla 51: Análisis de datos – (saet) adobe tradicional.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|---|----------------------------|----------------------|---|--------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | 24/08/2019 | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | EROSION ACELERADA (SAET) | | | |
| EROSION ACELERADA (SAET) - ADOBE TRADICIONAL | | | | |
| ESPECIMEN | CAUDAL (ML/MIN.) | TIEMPO (MIN.) | OQUEDAD (MM.) | RESISTENCIA |
| 1 | 650.00 | 10.00 | 23.00 | BAJA A NULA |
| 2 | 650.00 | 10.00 | 28.00 | BAJA A NULA |
| 3 | 650.00 | 10.00 | 25.00 | BAJA A NULA |
| 4 | 650.00 | 10.00 | 17.00 | BAJA |
| 5 | 650.00 | 10.00 | 29.00 | BAJA A NULA |
| 6 | 650.00 | 10.00 | 24.00 | BAJA A NULA |
| 7 | 650.00 | 10.00 | 18.00 | BAJA |
| 8 | 650.00 | 10.00 | 17.00 | BAJA |
| PROMEDIO | 650.00 | 10.00 | 22.63 | BAJA A NULA |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



Tabla 52: Análisis de datos – (SAET) adobe tipo I

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|--|----------------------------|----------------------|---|--------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | 24/08/2019 | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | EROSION ACELERADA (SAET) | | | |
| EROSION ACELERADA (SAET) - ADOBE TIPO I | | | | |
| ESPECIMEN | CAUDAL (ML/MIN.) | TIEMPO (MIN.) | OQUEDAD (MM.) | RESISTENCIA |
| 1 | 650.00 | 10.00 | 18.00 | BAJA |
| 2 | 650.00 | 10.00 | 17.00 | BAJA |
| 3 | 650.00 | 10.00 | 18.00 | BAJA |
| 4 | 650.00 | 10.00 | 22.00 | BAJA A NULA |
| 5 | 650.00 | 10.00 | 24.00 | BAJA A NULA |
| 6 | 650.00 | 10.00 | 21.00 | BAJA A NULA |
| 7 | 650.00 | 10.00 | 28.00 | BAJA A NULA |
| 8 | 650.00 | 10.00 | 21.00 | BAJA A NULA |
| PROMEDIO | 650.00 | 10.00 | 21.13 | BAJA A NULA |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



Tabla 53: Análisis de datos – (SAET) adobe tipo II.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|---|----------------------------|----------------------|---|--------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  | |
| FECHA: | 24/08/2019 | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | |
| ENSAYO: | EROSION ACELERADA (SAET) | | | |
| EROSION ACELERADA (SAET) - ADOBE TIPO II | | | | |
| ESPECIMEN | CAUDAL (ML/MIN.) | TIEMPO (MIN.) | OQUEDAD (MM.) | RESISTENCIA |
| 1 | 650.00 | 10.00 | 25.00 | BAJA A NULA |
| 2 | 650.00 | 10.00 | 28.00 | BAJA A NULA |
| 3 | 650.00 | 10.00 | 23.00 | BAJA A NULA |
| 4 | 650.00 | 10.00 | 19.00 | BAJA |
| 5 | 650.00 | 10.00 | 21.00 | BAJA A NULA |
| 6 | 650.00 | 10.00 | 17.00 | BAJA |
| 7 | 650.00 | 10.00 | 18.00 | BAJA |
| 8 | 650.00 | 10.00 | 23.00 | BAJA A NULA |
| PROMEDIO | 650.00 | 10.00 | 21.75 | BAJA A NULA |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

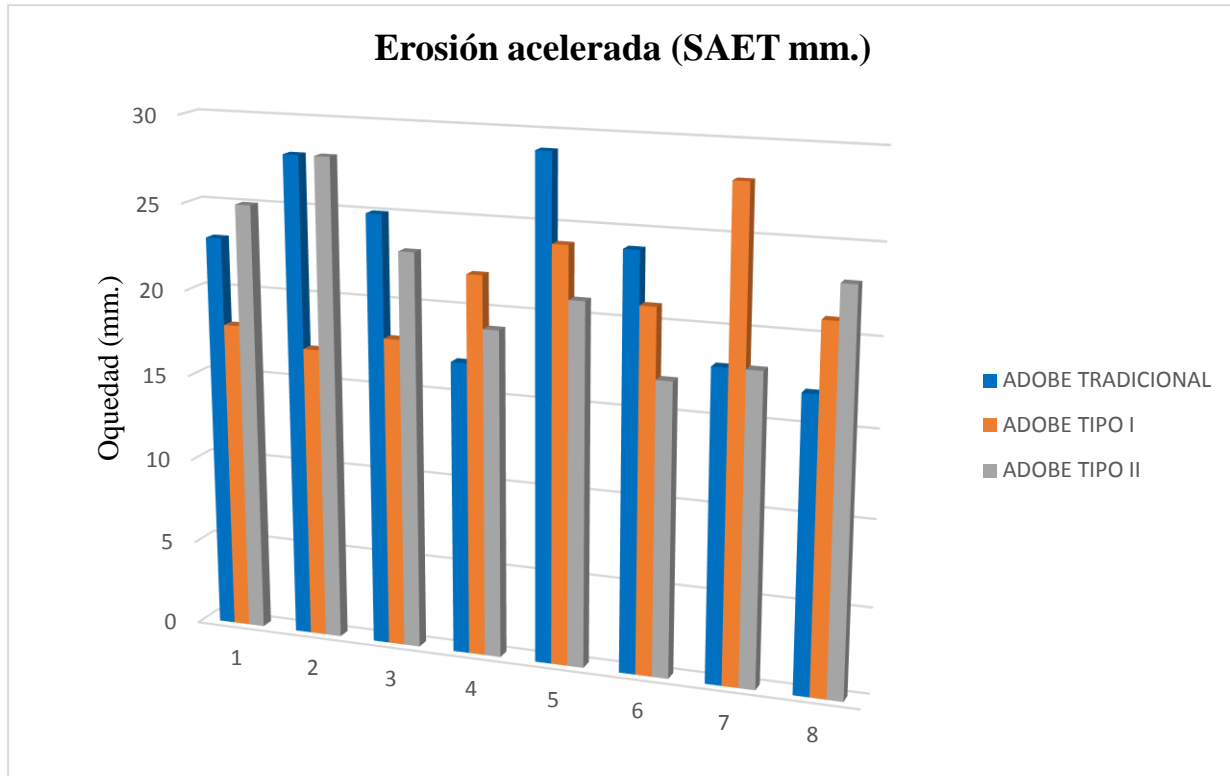


Figura 107: Análisis de datos – SAET.
(Elaboración propia, 2019)

Tabla 54: Análisis de datos – SAET.

| Erosión acelerada saet (mm.) | | | |
|------------------------------|-------------------|--------------|---------------|
| Espécimen | Adobe tradicional | Adobe tipo I | Adobe tipo II |
| 1 | 23.00 | 18.00 | 25.00 |
| 2 | 28.00 | 17.00 | 28.00 |
| 3 | 25.00 | 18.00 | 23.00 |
| 4 | 17.00 | 22.00 | 19.00 |
| 5 | 29.00 | 24.00 | 21.00 |
| 6 | 24.00 | 21.00 | 17.00 |
| 7 | 18.00 | 28.00 | 18.00 |
| 8 | 17.00 | 21.00 | 23.00 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



3.6.1.7.3. *Análisis de la prueba.*

En su mayoría las unidades de adobe ya sean tradicionales, tipo I y tipo II; no resistieron la prueba de erosión acelerada ya que al comparar los resultados obtenidos en el ensayo y comparándolos con los límites que presenta la tabla 50 nos arrojan resultados de baja o baja o nula ya que superaron los 20 mm. de profundidad de oquedad.

3.6.1.8. **Ensayo de resistencia de compresión de unidades.**

3.6.1.8.1. *Procesamiento o cálculo de la prueba.*

- Una vez ensayada la muestra de adobe se procedió a calcular la resistencia a la compresión ($f'o$) el cual esta expresada en kg/cm².
- Para el cálculo de $f'o$ se procedió a dividir la carga máxima (Kgf) entre el área que estuvo en contacto con la máquina de resistencia a la compresión.
- Finalmente se calculó el promedio de la resistencia a la compresión para cada tipo de unidad de adobe.

$$F'o = \frac{C M (kgf)}{\text{Area (cm}^2\text{)}}$$

Donde :


$F'o$: resistencia a la compresión

C M : carga máxima que soporta la unidad.

Area : área de superficie de contacto.


3.6.1.8.2. *Diagramas o tablas.*

Tabla 55: Análisis de datos – resistencia a la compresión adobe tradicional.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |
|--|-----------------------------|--------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  |
| FECHA: | 19/08/2019 | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ADOBE TRADICIONAL | | | |
| ESPECIMEN | CARGA MAXIMA (kgf) | AREA (cm2.) | F'ó (kg/cm2) |
| 1 | 11240.00 | 787.92 | 14.27 |
| 2 | 11840.00 | 778.15 | 15.22 |
| 3 | 12105.00 | 784.06 | 15.44 |
| 4 | 13300.00 | 786.03 | 16.92 |
| 5 | 10200.00 | 785.96 | 12.98 |
| 6 | 10440.00 | 786.06 | 13.28 |
| 7 | 9590.00 | 770.25 | 12.45 |
| 8 | 9490.00 | 790.03 | 12.01 |
| PROMEDIO | 11025.63 | 783.56 | 14.07 |


Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Tabla 56: Análisis de datos – resistencia a la compresión adobe tipo I.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  |
| FECHA: | 19/08/2019 | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ADOBE TIPO I | | | |
| ESPECIMEN | CARGA MAXIMA (kgf) | AREA (cm².) | F'o (kg/cm²) |
| 1 | 13850.00 | 780.08 | 17.75 |
| 2 | 12890.00 | 786.05 | 16.40 |
| 3 | 10000.00 | 776.18 | 12.88 |
| 4 | 11920.00 | 784.06 | 15.20 |
| 5 | 10540.00 | 794.00 | 13.27 |
| 6 | 9880.00 | 788.00 | 12.54 |
| 7 | 10480.00 | 786.03 | 13.33 |
| 8 | 10120.00 | 792.00 | 12.78 |
| PROMEDIO | 11210.00 | 785.80 | 14.27 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Tabla 57: Análisis de datos – resistencia a la compresión adobe tipo II.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | |  |
| FECHA: | 19/08/2019 | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ADOBE TIPO II | | | |
| ESPECIMEN | CARGA MAXIMA (kgf) | AREA (cm².) | F'º (kg/cm²) |
| 1 | 13040.00 | 776.18 | 16.80 |
| 2 | 11950.00 | 784.06 | 15.24 |
| 3 | 13050.00 | 794.00 | 16.44 |
| 4 | 12590.00 | 787.92 | 15.98 |
| 5 | 12630.00 | 778.15 | 16.23 |
| 6 | 12210.00 | 784.06 | 15.57 |
| 7 | 12150.00 | 786.03 | 15.46 |
| 8 | 11605.00 | 796.00 | 14.58 |
| PROMEDIO | 12403.13 | 785.80 | 15.79 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

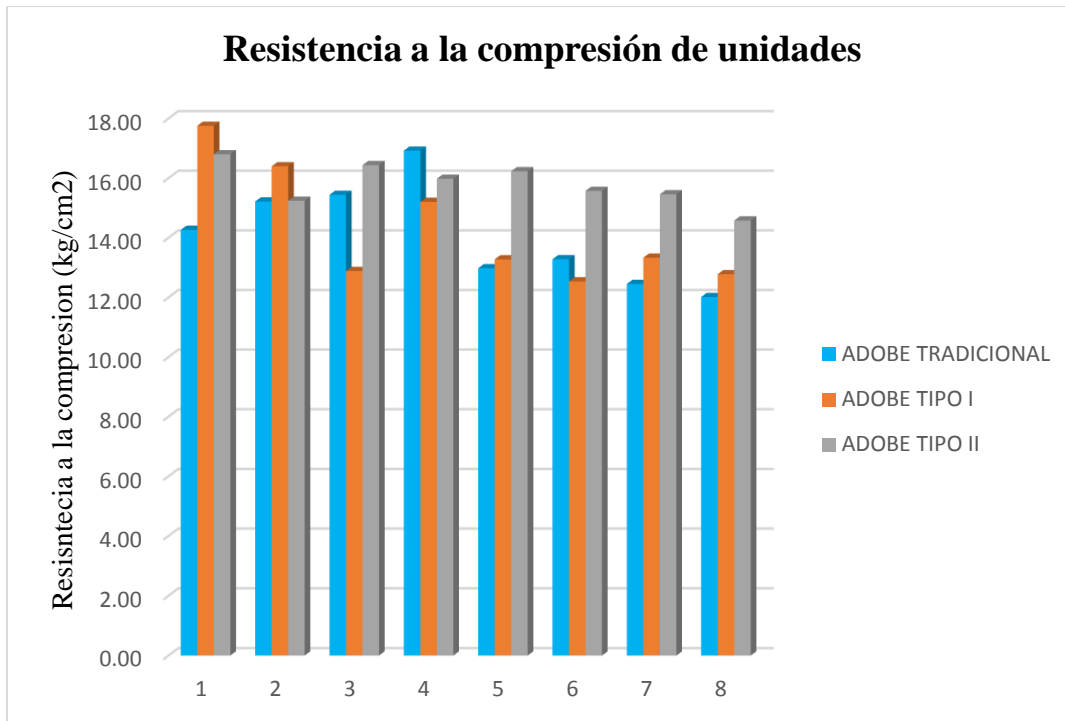


Figura 108: Análisis de datos – resistencia a la compresión de unidades.

(Elaboración propia, 2019)

Tabla 58: Análisis de datos – resistencia a la compresión de unidades.

| Resistencia a la compresión de unidades | | | |
|---|-------------------|--------------|---------------|
| Especimen | Adobe tradicional | Adobe tipo I | Adobe tipo II |
| 1 | 14.27 | 17.75 | 16.80 |
| 2 | 15.22 | 16.40 | 15.24 |
| 3 | 15.44 | 12.88 | 16.44 |
| 4 | 16.92 | 15.20 | 15.98 |
| 5 | 12.98 | 13.27 | 16.23 |
| 6 | 13.28 | 12.54 | 15.57 |
| 7 | 12.45 | 13.33 | 15.46 |
| 8 | 12.01 | 12.78 | 14.58 |
| Promedio | 14.07 | 14.27 | 15.79 |
| Desviación estándar | 1.69 | 1.95 | 0.72 |
| Covarianza.(%) | 12.02 | 13.65 | 4.54 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.6.1.8.3. *Análisis de la prueba.*

Las unidades de adobe tradicional superaron la resistencia mínima exigida por la norma, ya que estas unidades de adobe tienen una resistencia a la compresión en promedio de 14.07 kg/cm², mientras que la norma exige un valor mínimo de 10.2 kg/cm².

Mientras tanto las unidades adicionadas con tiras de caucho que vienen a ser el adobe tipo I y el adobe tipo II presenta una mejora considerable en su resistencia a la compresión ya que en promedio el adobe tipo I tiene una resistencia a la compresión de 14.27 kg/cm² y el adobe tipo II tiene una resistencia a la compresión en promedio de 15.79 kg/cm². Superando lo exigido por la norma E.080 que nos da un valor mínimo de 10.2 kg/cm².

Con estos valores podemos decir que todas las unidades de adobe, tanto adicionadas como las tradicionales superaron el valor mínimo de resistencia a la compresión exigido por la norma E.080.

3.6.1.9. **Ensayo de resistencia a la flexión de unidades.**

3.6.1.9.1. *Procesamiento o cálculo de la prueba.*

- Una vez ensayada las muestras de adobe se procedió a calcular el esfuerzo resistencia a flexión, el cual está expresado en kg/cm².
- Para el cálculo del esfuerzo de resistencia a la flexión se realiza la división de 3 veces el producto de la carga por la altura de la unidad entre 2 veces el producto del ancho por la altura del espécimen elevada al cuadrado.
- Finalmente se calculó el promedio de la resistencia a la flexión para cada tipo de unidad de adobe.

$$\sigma = \frac{3(C) \cdot (L)}{2 \cdot B \cdot h^2}$$

Donde:

σ = Resistencia a la flexión

C = carga (kgf.)

L = largo (cm.)

B = ancho (cm.)

h = altura (cm.)



3.6.1.9.2. Diagramas o tablas.

Tabla 59: Análisis de datos – resistencia a la flexión adobe tradicional.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | |
|---|----------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | | |  |
| FECHA: | 21/08/2019 | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN | | | | |
| RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - ADOBE TRADICIONAL | | | | | |
| ESPECIMEN | ANCHO (cm.) | ALTURA (cm.) | LARGO (cm.) | CARGA (kgf.) | ESFUERZO DE FLEXION (kgf/cm²) |
| 1 | 19.50 | 9.80 | 30.00 | 120.00 | 2.88 |
| 2 | 19.80 | 9.60 | 30.00 | 150.00 | 3.70 |
| 3 | 19.80 | 10.00 | 30.00 | 140.00 | 3.18 |
| 4 | 19.70 | 9.70 | 30.00 | 130.00 | 3.16 |
| 5 | 19.20 | 9.50 | 30.00 | 150.00 | 3.90 |
| 6 | 19.90 | 9.70 | 30.00 | 160.00 | 3.85 |
| 7 | 20.00 | 9.80 | 30.00 | 110.00 | 2.58 |
| 8 | 19.40 | 9.50 | 30.00 | 190.00 | 4.88 |
| PROMEDIO | 19.66 | 9.70 | 30.00 | 143.75 | 3.52 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



Tabla 60: Análisis de datos – resistencia a la flexión adobe tipo I.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | |
|--|----------------------------|---------------------|--------------------|---|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | |  | |
| FECHA: | 21/08/2019 | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN | | | | |
| RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - ADOBE TIPO I | | | | | |
| ESPECIMEN | ANCHO (cm.) | ALTURA (cm.) | LARGO (cm.) | CARGA (kgf.) | ESFUERZO DE FLEXION (kgf/cm²) |
| 1 | 19.70 | 9.40 | 30.00 | 200.00 | 5.17 |
| 2 | 19.90 | 9.90 | 30.00 | 190.00 | 4.38 |
| 3 | 19.40 | 10.00 | 30.00 | 185.00 | 4.29 |
| 4 | 19.70 | 9.60 | 30.00 | 210.00 | 5.21 |
| 5 | 19.50 | 9.80 | 30.00 | 200.00 | 4.81 |
| 6 | 19.80 | 9.70 | 30.00 | 205.00 | 4.95 |
| 7 | 20.00 | 9.80 | 30.00 | 185.00 | 4.33 |
| 8 | 19.50 | 9.30 | 30.00 | 210.00 | 5.60 |
| PROMEDIO | 19.69 | 9.69 | 30.00 | 198.13 | 4.84 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



Tabla 61: Análisis de datos – resistencia a la flexión adobe tipo II.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | |
|---|----------------------------|--------------|--------------|---|--|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| RESPONSABLE: | MOREANO HUACAC PEDRO EDGAR | | |  | |
| FECHA: | 21/08/2019 | | | | |
| LUGAR: | LABORATORIO DE SUELOS | | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN | | | | |
| RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - ADOBE TIPO II | | | | | |
| ESPECIMEN | ANCHO (cm.) | ALTURA (cm.) | LARGO (cm.) | CARGA (kgf.) | ESFUERZO DE FLEXION (kgf/cm ²) |
| 1 | 19.80 | 9.80 | 30.00 | 280.00 | 6.63 |
| 2 | 19.90 | 9.40 | 30.00 | 300.00 | 7.68 |
| 3 | 19.80 | 10.00 | 30.00 | 280.00 | 6.36 |
| 4 | 19.70 | 9.80 | 30.00 | 250.00 | 5.95 |
| 5 | 19.40 | 9.70 | 30.00 | 310.00 | 7.64 |
| 6 | 19.70 | 10.00 | 30.00 | 295.00 | 6.74 |
| 7 | 20.00 | 9.80 | 30.00 | 295.00 | 6.91 |
| 8 | 19.80 | 9.50 | 30.00 | 305.00 | 7.68 |
| PROMEDIO | 19.76 | 9.75 | 30.00 | 289.38 | 6.95 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

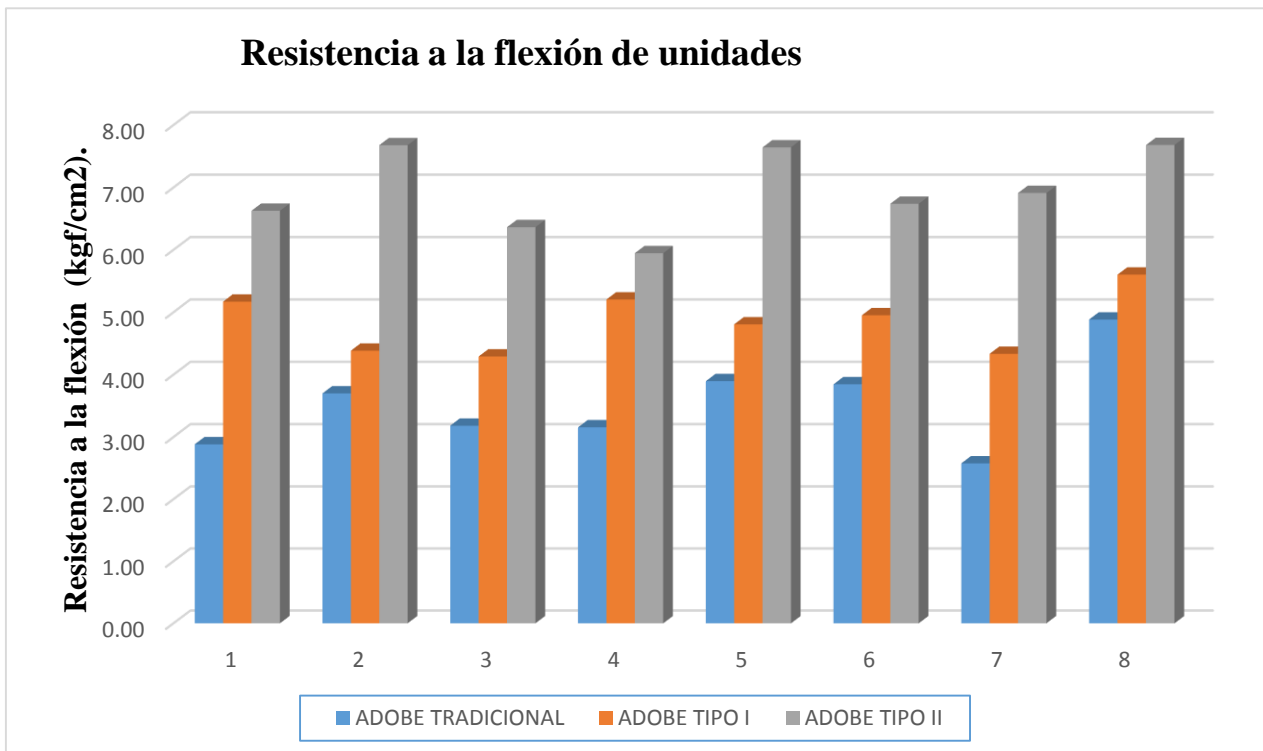


Figura 109: Análisis de datos – resistencia a la flexión de unidades.

(Elaboración propia, 2019)

Tabla 62: Análisis de datos – resistencia a la flexión de unidades.

| Resistencia a la flexión de unidades | | | |
|--------------------------------------|-------------------|--------------|---------------|
| Especimen | Adobe tradicional | Adobe tipo I | Adobe tipo II |
| 1 | 2.88 | 5.17 | 6.63 |
| 2 | 3.70 | 4.38 | 7.68 |
| 3 | 3.18 | 4.29 | 6.36 |
| 4 | 3.16 | 5.21 | 5.95 |
| 5 | 3.90 | 4.81 | 7.64 |
| 6 | 3.85 | 4.95 | 6.74 |
| 7 | 2.58 | 4.33 | 6.91 |
| 8 | 4.88 | 5.60 | 7.68 |
| Promedio | 3.52 | 4.84 | 6.95 |
| Desviación estándar | 0.72 | 0.48 | 0.66 |
| covarianza.(%) | 20.62 | 9.88 | 9.49 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



3.6.1.9.3. *Análisis de la prueba.*

La resistencia a la flexión de las unidades de adobe tradicionales presentaron una resistencia a la flexión muy por debajo que las unidades de adobe adicionadas con tiras de caucho en este caso tipo I y tipo II llegando a un promedio de resistencia a la flexión con un valor de 3.52 kgf/cm².

Mientras que las unidades de adobe adicionadas con tiras de caucho (tipo I) llegaron a una resistencia de flexión en promedio con un valor de 4.84 kgf/cm² siendo este mejor en cuanto a la resistencia a la flexión en un 37.5% respecto a un adobe tradicional y eso se debe a la adición de las tiras de caucho en la unidad.

Para finalizar la unidades de adobe adicionadas con tiras de caucho (tipo II) superaron ampliamente a las unidades de adobe antecesoras ya que en promedio alcanzaron una resistencia a la flexión de 6.95 kgf/cm² siendo este el mejor valor y cuanto a porcentajes es mejor respecto a la unidad de adobe tipo I en 43.5% y en un 97.5% respeto a un adobe tradicional.

Capítulo IV

Resultados

4.1. Fabricación del adobe

4.1.1. Adobe tradicional

Se obtuvo un total de 48 muestra de adobe tradicional para la realización de todos los ensayos de laboratorio.

4.1.2. Adobe tipo I

Se obtuvo un total de 48 muestra de adobe tipo II para la realización de todos los ensayos de laboratorio.

4.1.3. Adobe tipo II

Se obtuvo un total de 48 muestra de adobe tipo II para la realización de todos los ensayos de laboratorio.

4.2. Ensayos de laboratorio.

4.2.1. Muestreo.

Tabla 63: Resultados - muestreo.

| Datos de la muestra | |
|------------------------------|-------|
| Muestra Representativa (Kg.) | 5.006 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Se obtuvo una muestra representativa en total de 5.006 kg.

4.2.2. Ensayo de límites de Atterberg.

Tabla 64: Resultados – Límites Atterberg.

| Límites de atterberg | |
|-----------------------|---------|
| Límite líquido | 29.09 % |
| Límite plástico | 13.28 % |
| Índice de plasticidad | 15.81 % |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Después de conocer nuestros datos de límites de Atterberg podemos decir que nuestro material estudiado para nuestras unidades de adobe es un tipo de suelo NO PLASTICO ya que nuestro índice de plasticidad es 15.81 %.

Tabla 65: Resultados – tipo de material según clasificación SUCS.

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| Tipo de material | CI |
| Arcillas de baja plasticidad | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

4.2.3. Ensayo de límites de granulometría.

Tabla 66: Resultados – granulometría.

| | |
|--|--------------|
| Tipo de material según clasificación de suelos AASHTO | A-2-4 |
| Grava y arena arcillosa o limosa | |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

De los resultados que se obtuvieron en el ensayo de granulometría se demuestra que según la clasificación de suelos AASHTO nuestro material ensayado es del tipo A-2-4 el cual consiste en tipo de material grava y arena arcillo limosa.

Posteriormente de acuerdo a la norma E-080 la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arenas (55-70%), limos (15-25%) y arcillas (10-20%) y nuestro material presenta la gradación que se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 67: Resultados – porcentajes de arenas, limos y arcillas.

| | |
|-----------------|---------|
| Arenas | 57.62 % |
| Limos | 40.62 % |
| Arcillas | 1.76 % |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

De este cuadro se concluye que nuestro material cumple con la norma E-080 en los porcentajes de arenas limos y arcillas.

4.2.4. Ensayo de alabeo.

Según los resultados de alabeo se verifica que tanto en nuestras unidades de adobe tradicional, como en las unidades de adobe tipo I y tipo II no presentan alabeo convexo debido a la forma en que se desmolda el adobe ya que este proceso se realiza de abajo hacia arriba creando una tendencia en la concavidad de todas las unidades de adobe.

Respecto a la concavidad de las unidades de adobe tradicional tuvieron uno menor alabeo siendo este un valor de 2.93 mm. Mientras que el adobe tipo I obtuvo un alabeo de 3.00 mm. Y por último el adobe tipo II obtuvo un valor de 3.16 mm. Lo cual nos indica que el alabeo es ligeramente variable en las distintas unidades de adobe (tradicional, tipo I y tipo II).

El alabeo promedio es el mismo valor que el de la concavidad ya que las unidades de adobe (tradicional , tipo I , tipo II) no presentan valores de convexidad.

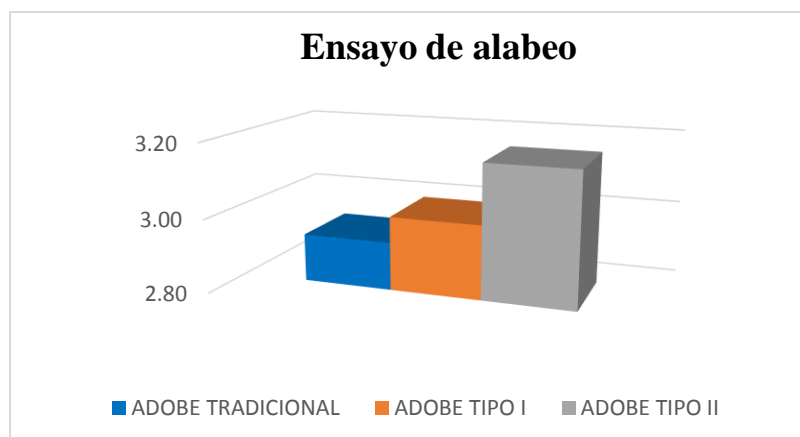


Figura 110: Resultados – ensayo de alabeo.

(Elaboración propia, 2019)

Tabla 68: Resultados – ensayo de alabeo.

| Ensayo de alabeo (mm.) | |
|------------------------|-----------------|
| Espécimen | Alabeo promedio |
| Adobe tradicional | 2.93 |
| Adobe tipo I | 3.00 |
| Adobe tipo II | 3.16 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

4.2.5. Ensayo de absorción.

En el ensayo de absorción los resultados fueron totalmente adversos ya que ninguna unidad de adobe (tradicional, tipo I y tipo II) cumplieron con la prueba ya que se destrozaron antes de la primera hora del ensayo.

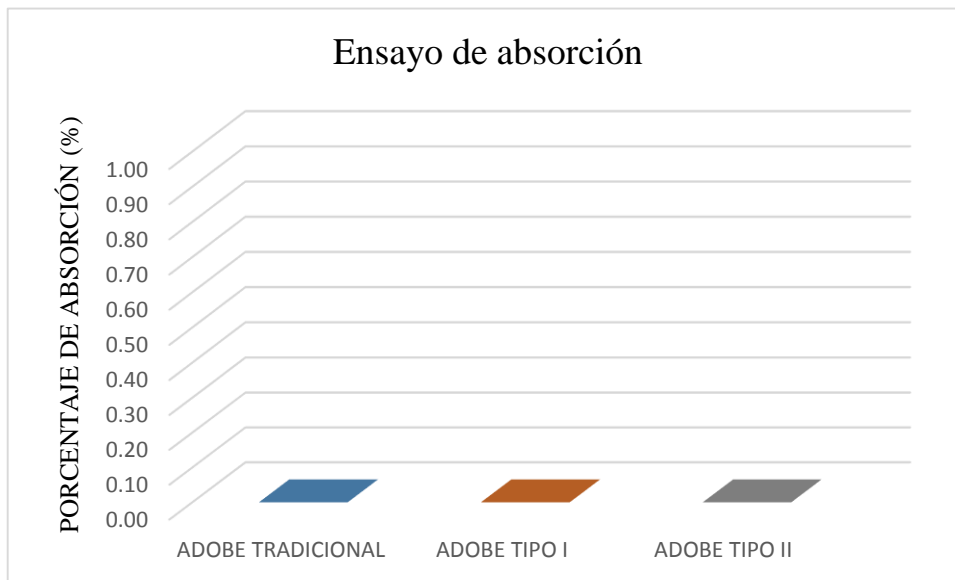


Figura 111: Resultados – ensayo de absorción.

(Elaboración propia, 2019)

Tabla 69: Resultados – ensayo de absorción.

| Ensayo de absorción | |
|---------------------|--------------------------------------|
| Espécimen | Porcentaje de absorción promedio (%) |
| Adobe tradicional | 0.00 |
| Adobe tipo I | 0.00 |
| Adobe tipo II | 0.00 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

4.2.6. Ensayo de succión.

Con el ensayo de succión se pudo determinar que la unidad de adobe tradicional tiene una tendencia menor a la succión del agua respecto a las unidades de adobe adicionadas con tiras de caucho (tipo I y tipo II), ya que logro un valor promedio de 8.52 gr./min./200cm².

Mientras que las unidades de adobe adicionadas con tiras de caucho (tipo I y tipo II) tienen un valor un poco más elevado que la unidad de adobe tradicional , pero entre estas se presenta un valor semejante ya que la unidad de adobe tipo I obtuvo un valor promedio de 10.34 gr./min./200cm² ; mientras que la unidad de adobe tipo II obtuvo un valor promedio de 11.81 gr./min./200cm²; lo cual se podrá apreciar con mayor claridad en el siguiente gráfico:

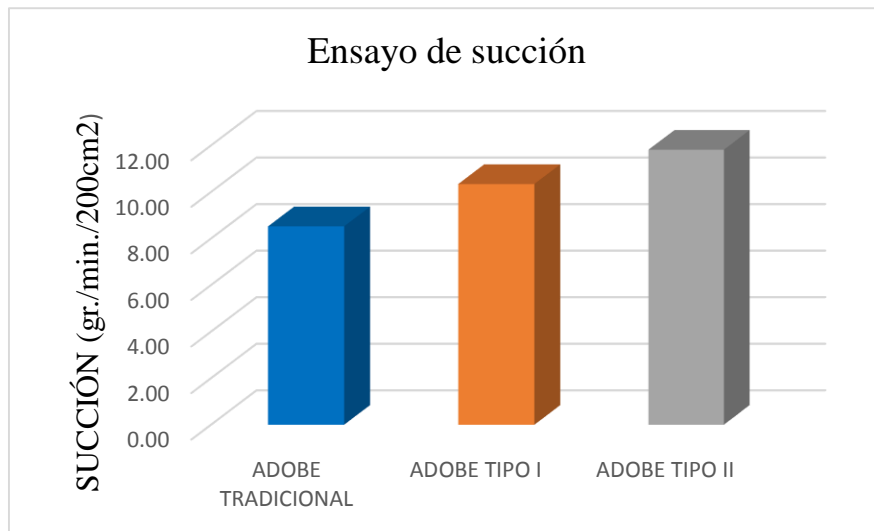


Figura 112: Resultados – ensayo de succión.

(Elaboración propia, 2019)

Tabla 70: Resultados – ensayo de succión.

| Ensayo de succión | |
|-------------------|--|
| Espécimen | Succión (gr./min./200cm ²) |
| Adobe tradicional | 8.52 |
| Adobe tipo I | 10.34 |
| Adobe tipo II | 11.81 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

4.2.7. Ensayo de erosión acelerada swinburne (SAET).

Según los datos que se obtuvo del ensayo de la prueba de SAET ninguna de nuestras unidades de adobe tradicionales , ni tampoco las unidades de adobe adicionadas con tiras de caucho en este caso tipo I y tipo II cumplieron con los requerimientos que nos presenta la tabla 50 que son los criterios de aceptación o rechazo para la profundidad de la oquedad ya que los resultados que poseemos en promedio son del adobe tradicional de 22.63 mm , del adobe tipo I de 21.13 mm y del adobe tipo II de 21.75 y por los criterios de aceptación o rechazo de la tabla antes mencionada todas nuestras unidades poseen una resistencia BAJA O NULA frente al ensayo de Erosión Acelerada Swinburne los cuales se mostraran de mejor manera en el siguiente gráfico.

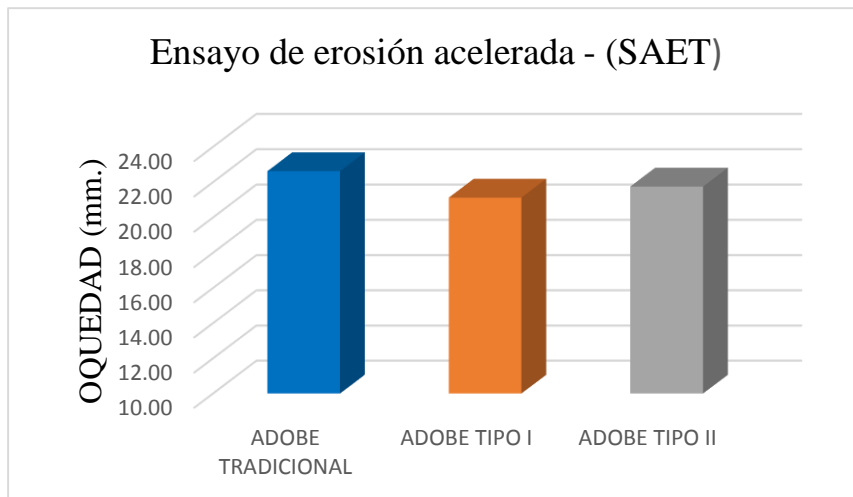


Figura 113: Resultados – ensayo de erosión acelerada - SAET.

(Elaboración propia, 2019)

Tabla 71: Resultados – ensayo de erosión acelerada - SAET.

| Ensayo de erosión acelerada (SAET) | |
|------------------------------------|---------------|
| Espécimen | Oquedad (mm.) |
| Adobe tradicional | 22.63 |
| Adobe tipo I | 21.13 |
| Adobe tipo II | 21.75 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

4.2.8. Ensayo de resistencia a la compresión de unidades.

Los resultados que se obtuvieron del ensayo de resistencia a la compresión de unidades superaron ampliamente los exigido en la norma E.080 tanto en las unidades de adobe tradicionales como en las unidades adicionadas con tiras de caucho, como son los adobe tipo I y tipo II.

Las unidades de adobe tradicional obtuvieron un valor de resistencia a la compresión promedio de 14.07 kg/cm², las unidades de adobe tipo I un valor promedio de resistencia a la compresión promedio de 14.27 kg/cm² y por ultimo las unidades de adobe tipo II obtuvieron un valor promedio de resistencia a la compresión de 15.79 kg/cm² todo lo mencionado anteriormente se verá con mayor profundidad en el siguiente gráfico.

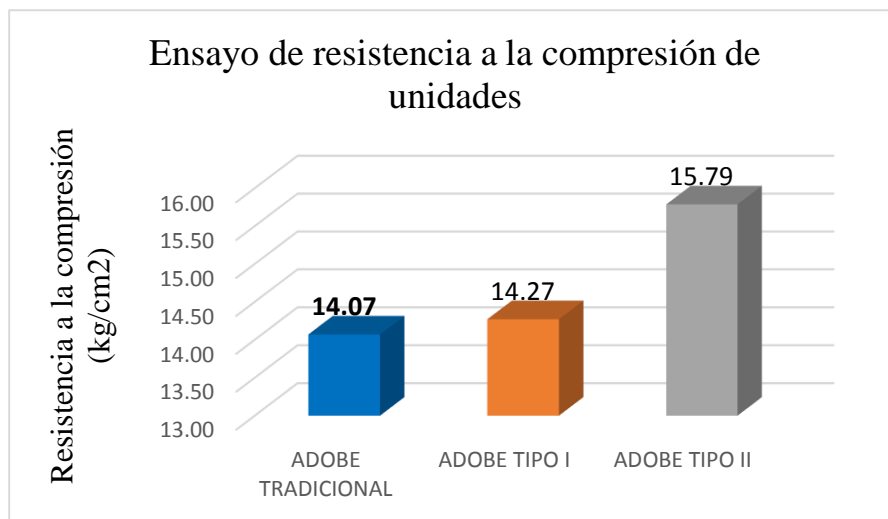


Figura 114: Resultados – ensayo de resistencia a la compresión de unidades. (Elaboración propia, 2019)

Tabla 72: Resultados – ensayo de resistencia a la compresión de unidades.

| Ensayo de resistencia a la compresión de unidades | |
|---|---------------------------|
| Espécimen | F´o (kg/cm ²) |
| Adobe tradicional | 14.07 |
| Adobe tipo I | 14.27 |
| Adobe tipo II | 15.79 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

4.2.9. Ensayo de resistencia a la flexión de unidades.

Las unidades de adobe tradicional obtuvieron un valor promedio de resistencia a la flexión menor respecto tanto a las unidades de adobe tipo I así como un valor promedio de resistencia a la flexión mucho menor respecto a la unidad de adobe tipo II.

Las unidades de adobe tradicional obtuvieron un valor promedio de resistencia a la flexión de 3.52 Kgf/cm², las unidades de adobe tipo I obtuvieron un valor promedio de resistencia a la flexión 4.84 kgf/cm², mientras que las unidades de adobe tipo II obtuvieron un valor muy por encima de los dos anteriores siendo este un valor promedio de resistencia a la flexión de 6.95 kgf/cm² todos estos valores se verán con mayor claridad en el siguiente gráfico.

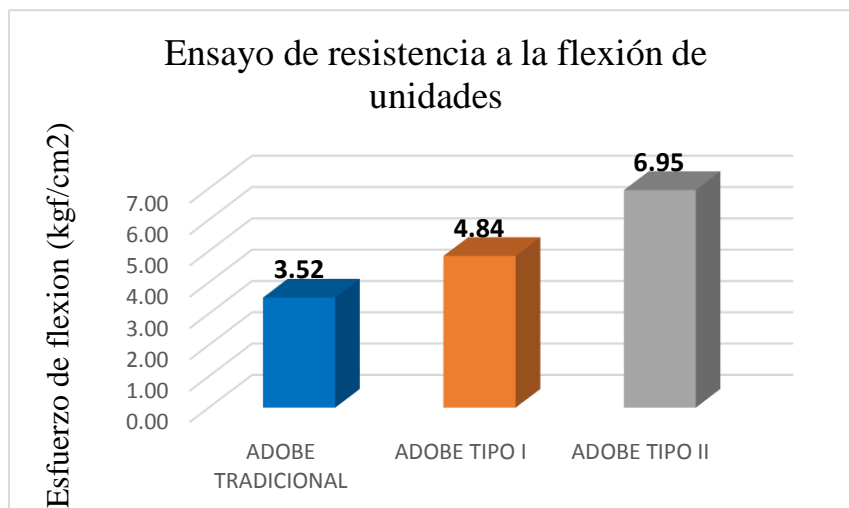


Figura 115: Resultados – ensayo de resistencia a la flexión de unidades.

(Elaboración propia, 2019)

Tabla 73: Resultados – ensayo de resistencia a la flexión de unidades.

| Ensayo de resistencia a la flexión de unidades | |
|--|--|
| Espécimen | Esfuerzo de flexión (kgf/cm ²) |
| Adobe tradicional | 3.52 |
| Adobe tipo I | 4.84 |
| Adobe tipo II | 6.95 |

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Capítulo V

Discusión

Contraste de resultados con referente del marco teórico.

- **¿La gradación del suelo cumple con los parámetros exigidos por la norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada?**

De acuerdo a la norma E - 0.80, la gradación del suelo debe encontrarse entre estos porcentajes: arenas (55-70%), limos (15-25%), arcillas (10-20%).

Nuestro material ensayado obtuvo los siguientes porcentajes: arenas (57.62%), limos (40.62%), arcillas (1.76%), de acuerdo a estos resultados solo la arena está dentro de los porcentajes establecidos por la norma E – 0.80, mientras que en el caso de limos el porcentaje obtenido está por encima de lo recomendado por la norma E – 0.80 y en el caso de arcillas el material está por debajo de lo recomendado por la norma E – 0.80.

Interpretación de los resultados encontrados en la investigación.

- **¿Cuáles son las principales propiedades mecánicas que aporta la adición de las tiras de caucho a las unidades de adobe?**

La compresión en las unidades de adobe tipo I y tipo II, tuvo una mejora significativa respecto a la unidad de adobe tradicional y también respecto a lo que la norma E.080 indica, ya que se obtuvo el valor de 14.27 kg/cm² y 15.79 kg/cm² respectivamente y la norma E.080 nos da un valor de 10.2 kg/cm².

La otra propiedad mecánica que obtuvo resultados muy buenos fue la flexión de unidades al arrojarlos valores superan ampliamente a las unidades de adobe tradicional; los cuales fueron unidad de adobe tradicional 3.52 kgf/cm², unidad de adobe tipo I 4.82 kgf/cm² y unidad de adobe tipo II 6.95 kgf/cm², esto demostrado en porcentajes indicaría que tanto la unidad de adobe tipo I y tipo II ofrece una mejor resistencia a la flexión en un 36.94 % en la unidad de adobe tipo I y 96.45 % en la unidad de adobe tipo II respecto a una unidad de adobe tradicional.

- **¿Cuáles son las principales propiedades físicas que aporta la adición de las tiras de caucho a las unidades de adobe?**



La adición de las tiras de caucho en las unidades de adobe tipo I y tipo II disminuyeron el nivel de oquedad en el ensayo de SAET en un 6.63 % en la unidad de adobe tipo I y en un 3.89 % en la unidad de adobe tipo II, respecto a una unidad de adobe tradicional.

Comentario de la Investigación De La Hipótesis

- **¿Se logró demostrar la hipótesis general “las propiedades físicas y mecánicas de un adobe reforzado con tiras de caucho son mejores que las de un adobe tradicional”?**

Se logró demostrar mas no del todo, ya que en cuanto a las propiedades físicas se demostró que al reforzar con tiras de caucho mejoro las unidades de adobe en el ensayo de erosión acelerada SAET, caso aparte en los demás ensayos como son alabeo, absorción y succión si bien los resultados no indican que hubo una mejora tanto las unidades de adobe tipo I y tipo I estos resultados son homogéneos respecto a las unidades de adobe tradicional.

Por otro lado las propiedades mecánicas como son los ensayos de resistencia a la compresión de unidades y resistencia a la flexión de unidades, al reforzarlas con tiras de caucho tanto en la unidad de adobe tipo I como tipo II obtuvieron una mayor resistencia tanto a compresión como a flexión respecto a las unidades de adobe tradicional obteniendo nuestro mejor valor en la resistencia a la flexión en la unidad de adobe tipo II donde se obtuvo en porcentajes una mejora del 96.45% respecto a la unidad de adobe tradicional.

Aporte de la investigación

- **¿Por qué la adición de tiras de caucho y no de otro material?**

Aparte de ser un material totalmente innovador; la adición de tiras de caucho se debe primordialmente a que es un material altamente reciclable y a que se le está dando un uso innovador al ser cortado en tiras para incorporarlos al adobe y así mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

- **¿En qué zonas sería recomendable el uso de adobe reforzado con tiras de caucho?**

En base a nuestros resultados las unidades de adobe con tiras de caucho pueden ser utilizadas especialmente en las zonas sísmicas 1 y 2 según el cuadro de zonificación de la Norma E.030 Diseño Sismo Resistente Sobre Zonificaciones Sísmicas.

También en zonas que no presenten alto riesgo de desastres como son aluviones, inundaciones, huaycos y avalanchas, tampoco en suelos que presenten inestabilidad geológica.



Incorporación de temas nuevos que se han presentado durante el proceso de la investigación que no estaba considerado dentro de los objetivos de la investigación

- **¿A qué se debe que la unidad de adobe tradicional, unidades de adobe tipo I y unidades de adobe tipo II no resistan la prueba de absorción?**

Todas nuestras unidades de adobe no resisten la prueba de absorción ya que no cuentan con ningún aglomerante como son la cal, asfalto; por este motivo todas nuestras unidades de adobe fallan en su totalidad antes de la primera hora del ensayo.

- **¿Por qué las unidades de adobe no presentan convexidad?**

Porqué el desmolde de las unidades de adobe se realizan de abajo hacia arriba creando una tendencia de concavidad en todas nuestras unidades de adobe.

- **¿Cuál es la razón de la variación de las dimensiones de las unidades de adobe respecto a las dimensiones de diseño especificadas?**

La razón de la variación en las dimensiones de las unidades de adobe respecto a las dimensiones de diseño se deben a que los moldes al ser de madera y estar en contacto con el agua y el sol estos tienden a hincharse y generan las variaciones de las dimensiones respecto a las del diseño especificado.



GLOSARIO

A

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials. (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes)

Adobe: Bloque macizo de tierra sin coser, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

Adobe Adicionado: Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (cal, asfalto, cemento etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.

Alabeo: Deformación que puede ser cóncava o convexa en una superficie plana.

Arcilla: Tierra constituida por silicatos de aluminio hidratados, que adquiere plasticidad al mezclarse con agua y se adquiere endurecimiento al cocinarla.

Arena: Material compuesto de pequeñas partículas de piedra producida por disgregación de las rocas o mineral el tamaño de estas varía entre 0.063 mm y 2 mm.

Árido: Se diferencia de otros, por su estabilidad química y su resistencia mecánica, y se caracteriza por su tamaño.

B

Barro: Es una mezcla en un estado fluido de agua, arena, limos y arcilla junto con otros componentes como paja o agentes estabilizantes como la cal.

C

Cohesión: Son las fuerzas que atraen y mantienen unidas las moléculas. Es la propiedad de cómo las moléculas se pegan entre sí, siendo fuerzas de carácter atractivo.

Concavidad: Es una curvatura que tiene como particularidad de que al unir dos puntos de esta curva este segmento queda por debajo de la misma.

Convexidad: Es una curvatura que tiene como particularidad de que al unir dos puntos de esta curva este segmento queda por encima de la misma.

**E**

Erosión: Desgaste producido en la superficie de un cuerpo por el roce o frotamiento de otro.

Esbeltez: Es una característica mecánica que relaciona la rigidez de la sección transversal de una pieza prismática con su longitud total. Se caracteriza por un parámetro adimensional que interviene en el cálculo de las tensiones.

F

Filtración: Es el paso de un fluido a través de un medio poroso que retiene la materia que se encuentra en suspensión.

G

Granulometría: Es la medición y graduación que se lleva a cabo de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

I

Infiltración: Acción e introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido.

Intemperismo: Es la desintegración o alteración de la roca en su estado natural o posición natural a través de procesos físicos, químicos o biológicos. Estos procesos son inducidos o modificados por el aire, el agua o el clima.

J

Juntas: Es el pequeño espacio que queda entre las dos superficies de las unidades de albañilería, inmediatos unos a otros de una construcción que se llena de mortero a fin de unirlos y ligarlos sólidamente.

L

Limo: Es un sedimento clástico incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento. Para que se clasifique como tal, el diámetro de las partículas de limo varía de 0,0039 mm a 0,0625 mm.

M

Molde: Recipiente o pieza hueca donde se echa una masa blanda, que al solidificarse, toma la forma del recipiente.



N

NTP: Norma Técnica Peruana.

O

Oquedad: Espacio hueco en el interior de un elemento sólido.

P

Plasticidad: Propiedad que tiene un material de ser moldeado o trabajado para que así se pueda moldear su forma.

Propiedades Físicas: Son aquellas cuyas características o cualidades son expresadas por teorías y leyes de la física.

Propiedades Mecánicas: Son cuando los materiales están relacionados con las fuerzas exteriores que se ejercen sobre ellos.

R

Resistencia a la Compresión: Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.

Resistencia a la Flexión: Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga puntual sobre dos apoyos.

S

SAET: Swinburne Accelerated Erosion Test (Prueba de erosión acelerada de Swinburne).

Succión: Capacidad de un objeto de aspirar fluidos.

SUCS: Unified Soil Classification System (Sistema unificado de clasificación de suelos).



Conclusiones

Hipótesis general.

Las propiedades físicas y mecánicas de un adobe reforzado con tiras de caucho son mejores que las de un adobe tradicional.

Conclusión de la hipótesis general

En esta tesis se determinaron la diferencia de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe tradicional y de las unidades de adobe adicionado con tiras de caucho. Se demostró parcialmente que la adición de las tiras de caucho mejora las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe; se menciona parcialmente ya que no se cumplió en su totalidad la hipótesis general ya que dentro de las propiedades físicas solo se cumplió el ensayo de erosión acelerada SAET tanto en la unidad de adobe tipo I y tipo II, caso aparte dentro de las propiedades mecánicas si se cumplieron todas ya que arrojaron datos mejores en cuanto a resistencia a la compresión y resistencia a la flexión de las unidades a adobe tipo I y tipo II respecto a las unidades de adobe tradicionales.

Sub hipótesis 01:

El alabeo en la unidad de albañilería de adobe reforzado con tiras de caucho es menor que el de un adobe tradicional.

Conclusión de la sub hipótesis 01:

No se logró demostrar la sub hipótesis 01 debido a que las unidades de adobe tipo I, tipo II y las unidades de adobe tradicional presentan similares resultados en el ensayo de alabeo, ya que todos tipos de adobe tienen el mismo proceso de desmoldado por lo que para todos los casos genera el mismo tipo de alabeo promedio, como se observa en la **Figura 106 y Tabla 68**.

Sub hipótesis 02:

El porcentaje de absorción en la unidad de albañilería de adobe reforzado con tiras de caucho es menor que el de un adobe tradicional.

Conclusión de la sub hipótesis 02:

No se logró demostrar la sub hipótesis 02 debido a que ninguna de las unidades de adobe tipo I, tipo II y tradicionales, lograron superar el ensayo de absorción ya que quedaron totalmente destruidas antes de la primera hora del ensayo como se observa en la **Figura 107 y Tabla 69**.

**Sub hipótesis 03:**

La succión en la unidad de albañilería de adobe reforzado con tiras de caucho es menor que el de un adobe tradicional.

Conclusión de la sub hipótesis 03:

No se logró demostrar la sub hipótesis 03 debido a que las unidades de adobe tipo I, tipo II y las unidades de adobe tradicional presentan similares resultados en el ensayo de succión, ya que ninguno de los tipos de adobe poseen un agente impermeabilizante por lo que para todos los casos genera similar porcentaje de succión, como se observa en la **Figura 108 y Tabla 70**.

Sub hipótesis 04:

Las unidades de albañilería de adobe reforzado con tiras de caucho presentan mejor nivel de resistencia frente al ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET) que la unidad de adobe tradicional.

Conclusión de la sub hipótesis 04:

Se demostró la sub hipótesis 04 de la presente tesis debido a que las unidades de adobe tradicional presentan oquedades mayores, además la infiltración de agua generó desgaste considerable en la unidad, en comparación con las unidades de adobe tipo I y tipo II que presentan oquedades mínimas y sin alterar sus condiciones físicas como se observa en la **Figura 109 y Tabla 71**.

Sub hipótesis 05:

La resistencia a la compresión de la unidad de albañilería de adobe reforzado con tiras de caucho es mayor que el de un adobe tradicional.

Conclusión de la sub hipótesis 05:

Se comprobó la sub hipótesis 05, ya que las unidades de adobe tradicional presentan una resistencia a la compresión promedio de 14.07 Kg/cm², en cambio, las unidades de adobe tipo I y tipo II tienen una resistencia a la compresión promedio de 14.27 Kg/cm² y 15.79 Kg/cm² respectivamente, como se muestra en la **Figura 110 y Tabla 72**.

Sub hipótesis 06:

La resistencia a la flexión de la unidad de albañilería de adobe reforzado con tiras de caucho es mayor que el de un adobe tradicional.

**Conclusión de la sub hipótesis 06:**

Se comprobó la sub hipótesis 06, ya que las unidades de adobe tradicional presentan una resistencia a la flexión promedio de 3.52 Kgf/cm², en cambio, las unidades de adobe tipo I y tipo II tienen una resistencia a la flexión promedio de 4.82 Kgf/cm² y 6.95 Kgf/cm² respectivamente, como se muestra en la **Figura 111 y Tabla 73**.



Recomendaciones

Recomendación 01

Se recomienda utilizar un suelo que cumpla la gradación recomendada por la NORMA E.080, para obtener mejores resultados en los ensayos tanto físicos como mecánicos.

Recomendación 02

Se recomienda que las tiras tengan las dimensiones de 30 cm x 2 cm x 0.6 cm. debido a que en el ensayo de resistencia a la flexión el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones indica en este ensayo que la distancia debe ser mayor o igual a 1'' o 2.54cm. En este caso consideramos 5 cm. a cada lado por que coincidan exactamente en cada apoyo en la máquina de resistencia a la compresión.

Recomendación 03

Se recomienda incluir dentro de la norma E.080 alguna indicación o estudio acerca del ensayo de erosión acelerada SAET ya que no presenta ningún estudio del mismo o ningún indicador ya que a comparación de otras normas internacionales (AENOR) dan énfasis en este tipo de ensayos para poder mejorar la producción de adobe en nuestro país.

Recomendación 04

Se recomienda planificar la elaboración de las unidades de adobe teniendo en cuenta las condiciones climáticas, evitando condiciones climatológicas lluviosas.

Recomendación 05

Se recomienda incluir o mejorar ciertos aspectos de la norma E.080 construcción con tierra reforzada ; basándonos en normas internacionales como son AENOR asociación española de normalización y certificación , así como la UNE BTC norma española de bloques de tierra compacta ; ya que poseen criterios muy necesarios para la elaboración de adobe.

Recomendación 06

Se recomienda el uso de algún aglomerante como cal, mucilago de tuna e incluso asfalto para mejorar las propiedades de absorción y succión ya que con estos aglomerantes nuestros adobes si trabajarían bajo condiciones hidráulicas

**Recomendación 07**

Se recomienda utilizar una brocha para limpiar las unidades de adobe tradicional tanto como las unidades de adobe tipo I y tipo II para los ensayos de alabeo resistencia a la compresión y flexión de unidades.

Recomendación 08

Se recomienda la utilización de dos moldes para facilitar el proceso de elaboración del adobe, ya que nos generara mayor producción.

Recomendación 09

En la etapa de moldeo se recomienda limpiar el interior del molde con un trapo húmedo para cada uso del mismo.

Recomendación 10

Se recomienda el uso de láminas de neopreno según las dimensiones de tu unidad de adobe para los ensayo de resistencia a la compresión y flexión de unidades.

Recomendación 11

Se recomienda realizar ensayos previos de resistencia a la compresión de unidades con adición de material calcáreo de distintas concentraciones de pureza, con el objeto de seleccionar el material con mejores resultados.

Recomendación 12

Se recomienda la nivelación del terreno donde se realizará la etapa de moldeo de las unidades de adobes tradicionales y unidades adobe tipo I y tipo II.



Referencias.

- Aenor, U. 4. (2008). *“Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques definiciones, especificaciones y métodos de ensayo”*. En a. E. Certificación. Madrid.
- Blondeth, M. (2005). *“Manual para la construcción de viviendas de adobe”*. Lima. Cabrera
- Arias, D., & Huaynate Granados, W. (2010). *“Mejoramiento de las Construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones”*. Lima.
- De La Peña Estrada, D. (1997). *“Adobe, características y sus principales usos en la construcción”*. Ciudad de México: ICC.
- Hernández Sampieri, H. (2010). *“Metodología de la investigación”*. Mexico: mc. Draw hill.
- Icg. (2006). Norma e-080. Lima.
- Jimenez Salas, J. A. (1975). *“Geotecnia y cimientos”*.
- Morales, R. (2000). *“Manual para la construcción de viviendas de adobe”*. Lima: PUCP.
- Norma técnica peruana e-080. (2006). Norma técnica peruana e-080 - adobe. Lima.
- Norma Técnica Peruana e-080. (2017). *“Diseño y construcción con tierra reforzada”*. Lima.
- NTP 399.613, N. T. (2005). *“Unidades de albañilería : métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería”*. Lima.
- Parro, C. (2015). *“Diccionario de arquitectura y construcción”*. Lima.
- Ramirez Torres, A. (2012). *“Comportamiento sísmico del adobe confinado: variable refuerzo horizontal”*. Lima.