

Universidad Católica de Santa María

**Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y
del Ambiente**

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS PARÁMETROS DE ROZAMIENTO
TEÓRICOS Y EXPERIMENTALES EN LA INTERACCIÓN PUZOLANA-CONCRETO
EN EL DISTRITO DE CERRO COLORADO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Huanca Miranda, Jaqueline Carolina

Yaco Cuela, Gabriela del Rosario

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Gamarra Tuco, Rubén Francisco

Arequipa - Perú

2019

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

*Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento
Teóricos y experimentales en la interacción puzolana -
concreto en el distrito de Villa Colorado en la ciudad de Arequipa*

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

Huanco Miranda, Jaqueline Carolina

Laco Cuela, Gabriel del Rosario

Nuestro DICTAMEN es:

Sin Observaciones; Aprobado el Borrador.

OBSERVACIONES:

Arequipa, 06 de Noviembre del 2019.

[Signature]
c.d. 3044

[Signature]
COD 2778

[Signature]
Cód. 1888

AGRADECIMIENTO

Llegar a ser profesional es una de las metas que me tracé desde que era pequeña. Pero nada de esto podría haber sido posible sin el apoyo de mis padres, a los cuales atesoro mucho y que son y fueron incondicionales en cada etapa de mi vida. Mi hermano, al que espero motivar y guiar para que pueda ser alguien en la vida de la que esté orgulloso. A todos aquellos que me apoyan y me motivaron a pesar de no estar aquí conmigo físicamente mis abuelitos, a los cuales dedico mis logros. Al ingeniero Rubén que siempre estuvo dispuesto a resolver nuestras dudas, y nos asesoró muy bien para llegar a finalizar nuestra investigación. A mi familia en general, a la familia de Gaby que nos apoyaron igualmente. A todos mis amigos en general, sin dejar de mencionar a mi mejor amiga y compañera de tesis, con quien pasamos un millón de experiencias prácticamente viviendo juntas todos estos meses. Gracias a todos.

Jaqueline Carolina Huanca Miranda

Agradezco principalmente a Dios, quien es el que guía mis pasos y bendice mi camino. A mis padres, Rosana y Miguel, quienes me dan su apoyo, comprensión y amor en todo momento para poder cumplir mis metas; y que junto a mis hermanos y sobrinos me motivan a sacar lo mejor de mí. A mis amigos por su preocupación y aliento para alcanzar mis metas. A mi universidad que me acogió en sus aulas, a mis profesores quienes me transmitieron sus enseñanzas y experiencias; en especial, al Ingeniero Rubén quien nos apoyó incondicionalmente en esta etapa académica. Y para culminar, a mi compañera de tesis y su familia quienes se volvieron como una segunda familia para mí.

Gabriela del Rosario Yaco Cuela

RESUMEN

En el presente informe se presentan los resultados del análisis realizado en la interacción puzolana – concreto en una muestra de suelo obtenida en el distrito de Cerro Colorado ciudad de Arequipa. En primer lugar, se realizó la caracterización del suelo en estudio, y se eligió el grado de compactación en que se analizaría. Se empleó bloques de concreto con superficie alteradas con las que se obtuvieron 3 tipos de rugosidades a analizar, esto para ver la influencia de la rugosidad en los parámetros de fricción en dicha interacción. Para la evaluación y obtención de éstos se han realizado ensayos de corte directo entre cada bloque y el suelo en estudio. Previamente se realizó un análisis empírico para la elección de una velocidad adecuada que nos permita obtener los resultados más verídicos según el tipo de suelo. Dichos valores de fricción obtenidos experimentalmente fueron comparados con los obtenidos de forma analítica por medio de correlaciones ($1/2 \phi'$ o $2/3 \phi'$), concluyendo que para el caso del suelo puzolánico los valores de ángulos de fricción son mayores que los usualmente empleados en los diseños. Para observar el efecto que genera dicha diferencia, se realizó los diseños de una estructura de contención haciendo uso de los diversos valores de rozamiento entre la puzolana y concreto obtenidos tanto analítica como experimentalmente, evaluando además el efecto en el aspecto económico.

Palabras clave: Puzolana, rugosidad, fricción, correlaciones.

ABSTRACT

In this report we present the results of the analysis carried out in the pozzolana - concrete interaction in a soil sample obtained in the district of Cerro Colorado city of Arequipa. In the first place, the characterization of the soil under study was carried out, and the degree of compaction in which it was analyzed was chosen. It was used concrete blocks with altered surface with which 3 types of rugosities to be analyzed were obtained, this to see the influence of the roughness in the friction parameters in this interaction. For the evaluation and obtaining of these, direct cutting tests have been carried out between each block and the soil under study. Previously an empirical analysis was made for the election of an adequate speed that allows us to obtain the most accurate results according to the type of soil. These friction values obtained experimentally were compared with those obtained in an analytical way by means of correlations ($1/2 \phi'$ or $2/3 \phi'$), concluding that for the case of the puzolanic soil the values of friction angles are higher than those usually used in the designs. To observe the effect generated by this difference, the designs of a containment structure were made making use of the various friction values between the pozzolana and concrete obtained both analytically and experimentally, also evaluating the effect in the economic aspect.

Keywords: pozzolana, rugosity, friction, correlations.

INTRODUCCIÓN

En ingeniería civil se ha observado que los parámetros de resistencia al corte del suelo son muy utilizados en el análisis de problemas geotécnicos que impliquen fenómenos de interacción suelo-estructura. Sin embargo, el estudio de éstos no ha sido muy desarrollado, encontrando muy pocas investigaciones al respecto. Comúnmente se llega a hacer uso de correlaciones en el ángulo de fricción de éstos cuando se trata del diseño de obras de ingeniería. Específicamente en muros de contención se suele tomar éste ángulo como $2/3 \phi'$ por fines prácticos, pero sin llegar a analizar o a corroborar ese valor.

En los últimos años se han ido realizando algunas investigaciones sobre éstos parámetros en algunos tipos de suelo como arcillas y arenas que se ubican en otros países y han aportado de gran manera a la geotecnia y a los diseños posteriores que se realizaron en cuanto a muros de contención o pilotes. Sin embargo, en el Perú se observa la falta de investigaciones en cuanto a este tema.

Por lo cual es necesario realizar más investigaciones de la interfaz suelo-concreto con suelos locales que nos darán diseños más cercanos a nuestra realidad. En ésta investigación se propone el estudio de los parámetros de resistencia al corte entre la puzolana con el concreto, y la aplicación de estos al diseño por estabilidad de un muro de contención comparándolo a un diseño con el uso de correlaciones.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1. ENUNCIADO	2
1.1.2. DESCRIPCIÓN	2
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3. ALCANCES	3
1.4. LIMITACIONES	4
1.5. HIPÓTESIS	4
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1.1. Antecedente 1	6
2.1.2. Antecedente 2	7
2.1.3. Antecedente 3	9
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	10
2.2.1. PUZOLANA	10
2.2.1.1. DEFINICIÓN	10
2.2.1.2. PROPIEDADES	11
2.2.1.3. TIPOS DE PUZOLANA	11
2.2.1.4. PUZOLANA EN EL PERÚ	13
2.2.2. MATERIALES DE RELLENO	14
2.2.3. COMPACTACIÓN	15
2.2.4. PARÁMETROS DE ROZAMIENTO	16
2.2.4.1. ÁNGULO DE FRICCIÓN	16
2.2.4.2. COHESIÓN	18
2.2.5. RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DE LOS SUELOS	19
2.2.6. RUGOSIDAD EN EL CONCRETO	22
2.2.7. PRESIÓN DE TIERRAS SOBRE ELEMENTOS DE SOPORTE	26
2.2.7.1. ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN	26
2.2.7.2. EMPUJES	26
2.2.7.3. MÉTODOS DE CÁLCULO DE EMPUJE	28
2.2.7.4. Teoría de Coulomb en suelos friccionantes	32
3. METODOLOGÍA	34
3.1. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA	34
3.1.1. UBICACIÓN	34
3.1.2. PROCEDIMIENTO DE LA OBTENCIÓN DE LA MUESTRA	35
3.2. DETERMINACIÓN DE RUGOSIDAD DE PLACAS DE CONCRETO	36

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL	39
3.3.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	39
3.3.2. CONTENIDO DE HUMEDAD	41
3.3.3. PESO ESPECÍFICO- MÉTODO DE LA PARAFINA	41
3.3.4. GRAVEDAD ESPECÍFICA	42
3.3.5. ENSAYO DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICA (PRÓCTOR MODIFICADO)	43
3.4. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE CORTE	45
3.5. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE ROZAMIENTO EXPERIMENTALES	45
4. ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS	48
4.1. DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD	48
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	49
4.2.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	49
4.2.2. CONTENIDO DE HUMEDAD	50
4.2.3. PESO ESPECÍFICO- MÉTODO DE LA PARAFINA	51
4.2.4. GRAVEDAD ESPECÍFICA	52
4.2.5. ENSAYO DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PRÓCTOR MODIFICADO)	52
4.3. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE CORTE	54
4.4. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE ROZAMIENTO EXPERIMENTALES	55
4.4.1. Corte directo Puzolana-Puzolana	55
4.4.2. Corte directo Puzolana – Concreto	56
4.5. COMPARACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS DE ROZAMIENTO TEÓRICOS Y EXPERIMENTALES.	57
4.5.1. Coeficientes de relación δ'/ϕ'	59
4.6. APLICACIÓN	60
4.6.1. DISEÑOS DE MUROS DE CONTENCIÓN	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	68
LISTA DE REFERENCIAS	70
ANEXOS	74
ANEXO A: CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	74
ANEXO B: MEDICIONES DE “b” PARA EL CÁLCULO DE RUGOSIDADES	98
ANEXO C: CORTE DIRECTO, INTERFAZ SUELO-SUELO CON DIFERENTES VELOCIDADES	101
ANEXO D: CORTE DIRECTO, INTERFAZ SUELO-CONCRETO CON DIFERENTES RUGOSIDADES	132
ANEXO E: CERTIFICADO DEL ENSAYO CON EL PÉNDULO BRITÁNICO	178
ANEXO F: DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN	180
ANEXO G: PRESUPUESTO DEL MURO DE CONTENCIÓN	231
ANEXO H: PLANOS	267

Lista de tablas

Tabla 1 Propiedades físicas de la puzolana	11
Tabla 2 Propiedades químicas de la puzolana.	11
Tabla 3 Canteras de puzolana en el Perú por regiones, 2018.	13
Tabla 4 Producción de puzolana de la región Arequipa.	14
Tabla 5 Coordenadas geográficas de las calicatas realizadas para la obtención de la muestra.	35
Tabla 6 Diámetros de agujas para las diferentes rugosidades.	36
Tabla 7 Separación de centro a centro de canales adyacentes para diferentes rugosidades.	37
Tabla 8 Número de ensayos a realizar en la interacción suelo - suelo.	46
Tabla 9 Mediciones, desviación estándar y error de la rugosidad.	48
Tabla 10 Medidas de rugosidad a emplear.	49
Tabla 11 Cuadro resumen: Análisis granulométrico de suelos por tamizado.	49
Tabla 12 Cuadro resumen: Contenido de humedad.	50
Tabla 13 Cuadro resumen: Peso específico por el método de la parafina	51
Tabla 14 Cuadro resumen: Gravedad específica.	52
Tabla 15 Cuadro resumen: Compactación de suelo en laboratorio utilizando energía estándar	53
Tabla 16 Cuadro Resumen: Ensayos de velocidad -parámetros de fricción.	54
Tabla 17 Parámetros de rozamiento en la interfaz suelo-suelo	55
Tabla 18 Cuadro resumen: Parámetros de rozamiento suelo-concreto	56
Tabla 19 Cuadro resumen de Ángulos de rozamiento interno interfaz suelo-suelo y suelo-concreto.	57
Tabla 20 Comparación de ángulos de fricción interna entre interfaces suelo-suelo y suelo-concreto.	57
Tabla 21 Coeficientes propuestos para δ'/ϕ' en las rugosidades estudiadas.	59
Tabla 22 Coeficiente de fricción (μ) para diferentes rugosidades	60
Tabla 23 Resumen de las especificaciones en el diseño de muro de contención .	61
Tabla 24 Propiedades del suelo y de los materiales a usar para el diseño	61
Tabla 25 Resumen de los diferentes diseños realizados con las diferentes rugosidades.	62

Lista de figuras

<i>Ilustración 1</i> Puzolana natural de origen volcánico pumítico. Fuente: Salazar, A.	12
<i>Ilustración 2</i> Micrografía de unaaaaalante tipo F Fuente: Salazar, A.	13
<i>Ilustración 3</i> El proceso de compactación de suelos. Fuente: Guerra,2018	15
<i>Ilustración 4</i> Factores que influyen en el proceso de compactación. Fuente: Guerra, 2018	16
<i>Ilustración 5</i> Tensión de corte en una superficie de contacto. Fuente: Guerra,2018	17
<i>Ilustración 6</i> Angulo de rozamiento y coeficiente de fricción.	17
<i>Ilustración 7</i> Gráfica esfuerzo deformación y presión cortante – presión normal Fuente: Aburto M. Y Rodriguez D., 2012	20
<i>Ilustración 8</i> Curvas de esfuerzo de corte – desplazamiento. Fuente: Duncan y Wright,2005	20
<i>Ilustración 9</i> Sección de una caja de corte. Fuente: Aysen, 2002	21
<i>Ilustración 10</i> Perfiles de la superficie de concreto. Fuente ICRI, citado en Santos y Júlio, 2013	23
<i>Ilustración 11</i> Esquema de Mechanical Stylus. Fuente: Santos y Júlio, 2013	24
<i>Ilustración 12</i> Parámetros geométricos de rugosidad superficial.	25
<i>Ilustración 13</i> Partes de un muro de contención. Fuente: Elaboración propia	26
<i>Ilustración 14</i> Estado en reposo. Fuente; Carrnero, López y Fernández, 2016	27
<i>Ilustración 15</i> Estado Activo. Fuente: Carnero, López y Fernández, 2016	27
<i>Ilustración 16</i> Estado Pasivo. Fuente: Carnero, López y Fernández, 2016	28
<i>Ilustración 17</i> Esquema de empuje activo. Fuente: Torres, 2008	28
<i>Ilustración 18</i> Empuje pasivo. Fuente: Torres, 2018	31
<i>Ilustración 19</i> Vista satelital general de la zona de estudio. (Fuente: Google Earth)	34
<i>Ilustración 20</i> Ubicación de las calicatas realizadas para la obtención de muestra. Fuente: Google Earth	35
<i>Ilustración 21</i> Geometría de los moldes de las placas de concreto. Fuente: Elaboración propia	36
<i>Ilustración 22</i> Moldes para concreto del tamaño de la caja de corte. Fuente: Elaboración propia	37
<i>Ilustración 23</i> Esquema de canales para rugosidad 1. Fuente: Elaboración propia	38
<i>Ilustración 24</i> Esquema de canales para rugosidad 2. Fuente: Elaboración propia	38
<i>Ilustración 25</i> Esquema de canales para rugosidad 3. Fuente: Elaboración propia	38
<i>Ilustración 26</i> Agujas colocadas a diferentes distancias en los molde. Fuente: Elaboración propia	39
<i>Ilustración 27</i> Proceso de tamizado. (Fuente: Elaboración propia)	40
<i>Ilustración 28</i> Granulometría del suelo. (Fuente: Elaboración propia)	40
<i>Ilustración 29</i> Muestras inalteradas con parafina. (Fuente: Elaboración propia)	42
<i>Ilustración 30</i> Ensayo de gravedad específica. Fuente: Elaboración propia	43
<i>Ilustración 31</i> Enrazado del molde para el ensayo de compactación. Fuente: Elaboración propia	44
<i>Ilustración 32</i> Ensayo de compactación Fuente: Elaboración propia	44
<i>Ilustración 33</i> Ángulo de fricción suelo-concreto δ' de acuerdo a las rugosidades estudiadas para un suelo puzolánico de Cerro Colorado. Fuente: Elaboración propia.	58

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA

INVESTIGACIÓN

1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. ENUNCIADO

Escasa información acerca de los parámetros de rozamiento que posee el suelo puzolánico del distrito de Cerro Colorado en su interacción con el concreto en la ciudad de Arequipa.

1.1.2. DESCRIPCIÓN

En ingeniería civil se ha observado que los parámetros de resistencia al corte del suelo son muy utilizados en el análisis de problemas geotécnicos que impliquen fenómenos de interacción suelo-estructura. Sin embargo, el estudio de éstos no ha sido muy desarrollado en nuestro país, encontrando muy pocas investigaciones al respecto.

Comúnmente se llega a hacer uso de correlaciones en el ángulo de fricción, pero sin llegar a analizar o a corroborar ese valor. Por lo cual es necesario realizar más investigaciones de la interfaz suelo-concreto con suelos locales que nos darán diseños más cercanos a nuestra realidad. En esta investigación se propone el estudio de los parámetros de resistencia al corte entre la puzolana con el concreto, y la aplicación de estos al diseño por estabilidad de un muro de contención comparándolo a un diseño con el uso de correlaciones.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los parámetros de rozamiento existentes en la interacción puzolana–concreto considerando distintas rugosidades en su superficie, en el distrito de Cerro Colorado y compararlos a los parámetros obtenidos teóricamente ($\delta' = 2/3\phi'$ o $\delta' = 1/2\phi'$).

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir el método con el que se obtendrán diferentes rugosidades y aplicarlo en la superficie de los bloques de concreto a utilizar.
- Determinar diferentes rugosidades en la superficie del concreto.
- Determinar las características del suelo en estudio, mediante la realización de ensayos para determinar su clasificación y parámetros físicos y mecánicos.
- Determinar la velocidad adecuada en los ensayos de corte directo a realizar.
- Aplicar los datos obtenidos en el análisis de la estabilidad de un muro de contención.

1.3. ALCANCES

- La presente investigación pretende determinar los valores reales de los parámetros de rozamiento en la interacción puzolana – concreto a través de ensayos experimentales.
- Se modelarán bloques de concreto con distintas rugosidades para su interacción con el suelo puzolánico.
- La densidad utilizada en los ensayos es la obtenida por el ensayo de compactación, ya que en nuestra aplicación el suelo será utilizado como material relleno.
- Se realizarán 5 pruebas por ensayo para considerar resultados verídicos.

- Los resultados obtenidos serán aplicables en obras realizadas con suelos puzolánicos de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa.

1.4. LIMITACIONES

- En la presente investigación es necesario el modelamiento de pequeños bloques de concreto, ya que su superficie interactúa con el suelo; pero las dimensiones eran muy pequeñas lo que hacía que al desencofrar se quebraran y la superficie quedaba con irregularidades en los bordes lo que no permitía el contacto total con el suelo, por lo tanto, no simulaba correctamente la interacción puzolana-concreto.
- Ya que se haría uso de distintas rugosidades, se necesitaba agujas de distintos diámetros que serían colocadas en la superficie de los bloques de concreto; sin embargo, fue difícil la obtención de varias agujas para cada diámetro y con la longitud adecuada para cubrir los 6 cm de la superficie del bloque.
- Durante la realización de los primeros ensayos de corte directo, se tuvo que hacer una pausa y repetir los ensayos, ya que se realizó la calibración periódica de la máquina de corte.

1.5. HIPÓTESIS

Es probable que los parámetros de rozamiento obtenidos experimentalmente en la interacción puzolana – concreto no coincidan con los que se obtienen comúnmente a partir del uso de correlaciones, como lo son $\delta' = 2/3 \phi'$ o $\delta' = 1/2 \phi'$.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Existen algunas investigaciones sobre la interacción que existe entre un suelo y el concreto, las cuales han sido tomadas como antecedentes de nuestra investigación.

2.1.1. Antecedente 1

Estudio: Parámetros de resistencia al corte en la interfaz suelo concreto

Autor: Bachiller Ginna Ivonne Montoya Suarez

Presentación: Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil – Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

Resumen:

En este trabajo se presentan los valores de los parámetros de resistencia al corte en la interacción suelo-concreto, orientándose al estudio con muestra pasante del tamiz N°4 de recebo y concreto, donde el concreto presenta diferentes rugosidades con el fin de simular adecuadamente la interacción de estos materiales. Para la realización del traba, se procedió primero a la caracterización del material a usar, seguidamente el ensayo de Próctor modificado con el cual se obtuvo la densidad máxima del material y la humedad óptima, con las que se realizaron las pruebas de corte directo en condiciones consolidadas drenadas, para la interacción y para el material de suelo empleado. Finalmente se procesaron y analizaron los parámetros de resistencia obtenidos.

Conclusiones:

Después de realizar los ensayos de corte directo en las interacciones suelo–suelo y suelo–concreto, se pudo observar que el ángulo de fricción interna obtenido tras la ejecución de los ensayos en la interacción suelo–concreto varía en aproximadamente 7.47° menos que el ángulo de resistencia obtenido en la interacción suelo–suelo, de igual manera se observó que la variación de la

cohesión de la interacción suelo-concreto se encuentra 0.33 kg/cm^2 por encima de lo obtenido en la interacción suelo-suelo. Con lo obtenido anteriormente se puede afirmar que el ángulo de resistencia al corte en la interacción suelo-concreto varía entre 0.75 y 0.89 veces el ángulo de resistencia de la interacción suelo-suelo.

Después de haber realizado la comparación de los ángulos de fricción interna en las interacciones suelo-concreto con la Norma Sismo Resistente del 2010, se puede observar que ninguno de los resultados obtenidos cumple con lo enunciado en esta norma. Por lo cual se demuestra que se necesita la realización de ensayos que simulen el comportamiento mecánico de la interacción suelo-cimentación, ya que la obtención de estos datos son importantes a la hora de realizar los cálculos y análisis de estructuras de cimentación o soporte realizadas en concreto y al no poseer un dato exacto se puede poner en riesgo la estabilidad, seguridad y economía de la obra, ya que se podría llegar a sobredimensionar dichas estructuras, con lo cual no estaríamos cumpliendo con los objetivos de obras seguras y económicas (Montoya, 2013).

2.1.2. Antecedente 2

Estudio: Peak and residual shear strength parameters of soft clay-concrete interfaces. [Parámetros de Resistencia al corte pico y residual en la interfaz de arcilla blanda - concreto]

Autores: Jorge Arturo Pineda-Jaimes
Julio Esteban Colmenares-Montañez

Presentación: Geotechnical Conference 2011 Pan-Am CGS. [Conferencia de Geotecnia 2011]

Resumen:

Los parámetros de resistencia al corte pico o máximo y residual de la interacción de arcilla blanda y concreto son relevantes para el análisis de problemas de interacción suelo-estructura en un entorno cercano a los lagos de la ciudad de

Bogotá. Estos parámetros se evaluaron utilizando el ensayo de corte directo en condiciones de drenaje consolidado. En estas pruebas, se utilizaron interacciones con concreto con diferentes rugosidades en la caja de corte directo y se sometieron a desplazamientos medios y grandes en los ciclos posteriores a la ruptura, hasta llegar a obtener los parámetros de pico y resistencia residual. Los resultados se analizan haciendo uso de un coeficiente de rugosidad (R), con el fin de estudiar su influencia en los parámetros de resistencia al corte. Se encontró que los ángulos de resistencia máxima y residual en las interacciones son casi independientes de esta variable, mientras que la intersección de cohesión en los estados máximos es similar a la adhesión sin drenaje estimada utilizando el factor (a) previamente definido, para todos los casos. Los resultados representan una contribución al conocimiento específico en la práctica colombiana y podrían guiar una investigación adicional sobre este tema.

Conclusiones:

1. La relación $2/3$ del ángulo máximo de resistencia al corte no se aplica en las interfaces arcilla blanda–concreto de Bogotá.
2. La intersección de cohesión de las interfaces se destruye completamente en grandes deformaciones, independientemente de la rugosidad inicial del lado del concreto.
3. Los ángulos máximos de la resistencia al corte de las interfaces (δ_p) varían de 0.8 a 0.95 veces el ángulo máximo del suelo (ϕ'_p).
4. Los ángulos residuales de resistencia al corte (δ_R) de las interfaces y el ángulo residual de arcilla blanda intacta (ϕ'_R) son casi muy similares.
5. Los ángulos residuales de resistencia al corte son aproximadamente 0,8 veces el ángulo máximo de la interfaz, independientemente de la rugosidad inicial.
6. Se postula que el principal mecanismo de interacción entre interfaces que involucran suelos cohesivos blandos, es la adhesión en lugar de la fricción, incluso en los casos drenados (Pidena y Colmenares, 2011).

2.1.3. Antecedente 3

Estudio: Evaluación de la Fricción Superficial entre Suelos y Materiales Compuestas

Autores: Ingeniero Constructor y Doctor en Geotecnia Jara, G.
Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Fort-López, L.

Presentación: Revista de la Construcción. Volumen 8 N°1 -2009 (p.103)

Resumen:

El presente artículo podemos observar los principales resultados de un estudio experimental llevado a cabo por los autores, para la evaluación de la fricción superficial que se desarrolla en la interacción suelo-material compuesto. Para la respectiva evaluación de la fricción superficial se han realizado ensayos de corte directo empleando dos tipos de suelos, característicos de la ciudad de Madrid, y placas de materiales compuestos fabricadas a base de fibra de vidrio y resina de poliéster. En estos ensayos se ha analizado el efecto de la rugosidad superficial de las placas y el grado de compactación del suelo, en el rozamiento que se crea entre ambos materiales. Las placas de materiales compuestos fueron sometidas a un tratamiento superficial, mediante el cual se definieron tres tipos de rugosidad. Como resultado de este trabajo se muestran el aumento del ángulo de rozamiento entre ambos materiales con el aumento de la rugosidad de las placas, en todas las pruebas realizadas.

Conclusiones:

Los resultados de los ensayos de rozamiento realizados muestran que los distintos factores estudiados influyen de forma importante en la interacción entre materiales compuestos y suelos. De todos los factores analizados, la rugosidad de las placas es el que presenta la mayor influencia en el ángulo de rozamiento de la interfaz δ' ,

dándose una tendencia lineal del aumento de δ' con la rugosidad normalizada R_n , tanto para la arena de miga como para la arena tosquiza.

Tanto la arena de miga como la arena tosquiza presentan un rozamiento adecuado con los materiales compuestos empleados, pudiendo ambos materiales ser utilizados para el diseño de muros de contención de tierras, en especial en muros de tierra mecánicamente estabilizada (Jara y Ford, 2009).

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. PUZOLANA

2.2.1.1. DEFINICIÓN

“Puzolana es un material natural o artificial que contiene fundamentalmente sílice amorfa y alúmina. Las puzolanas naturales proceden de fragmentos volcánicos piroclásticos. Otras son sedimentos de rocas silíceas descompuestas. Entre las puzolanas artificiales están principalmente las escorias de hornos altos, las cenizas volantes y las arcillas calcinadas” (Díaz y Ramírez, 2010).

Según la norma internacional de la American Society of Testing Materials (ASTM), específicamente en la norma ASTM C 618, las puzolanas son «materiales silicios o silicios y aluminosos, los cuales por sí solos tienen muy poco o ningún valor cementante, sin embargo, finamente divididas y ante la presencia de humedad, reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio a la temperatura ambiente para formar compuestos que poseen propiedades cementantes».

2.2.1.2. PROPIEDADES

2.2.1.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS

Tabla 1
Propiedades físicas de la puzolana

Ph	7
Punto de Fusión	800-900°C
Punto de Inflamabilidad	No Inflamable
Aspecto Físico	Sólido
Forma	Granulado o en Rocas
Colores	Rojizo-Rosado o Negro
Olor	Inodora
Solubilidad en Agua	Insoluble

Fuente: Suárez y y Urgiles, 2010

2.2.1.2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Tabla 2
Propiedades químicas de la puzolana.

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ti ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₅	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Pu-0009	71,2	13,9	1,9	0,37	1,43	4,18	3,88	0,24	0,06	0,07	0,03	< 0,01	2,91

Fuente: Díaz y Ramírez, 2010

“De los resultados de los análisis químicos podemos concluir que las puzolanas tienen un porcentaje de sílice mayor al 70%, de aluminio mayor al 10%, y de hierro menor al 2%, por lo que resulta un material de buena calidad para la industria de la construcción, en especial para la fabricación de cemento puzolánico” (Díaz y Ramírez, 2010).

2.2.1.3. TIPOS DE PUZOLANA

Salazar (s.f.) expone que las puzolanas se clasifican según su origen en dos grandes grupos: naturales y artificiales, aunque puede existir un grupo intermedio constituido por puzolanas naturales que se someten a tratamientos térmicos de activación, análogos a los que se aplican para obtener puzolanas artificiales, con objeto de incrementar su comportamiento hidráulico.

2.2.1.3.1. PUZOLANAS NATURALES

Como nos comenta Salazar (s.f.), las puzolanas naturales pueden tener distintos orígenes, uno mineral y otro orgánico. Las puzolanas naturales de origen mineral son producto de transformación del polvo y “cenizas” volcánicas, como materiales piroclásticos incoherentes procedentes de erupciones explosivas. El origen volcánico de las puzolanas naturales es determinante de su estructura, ya que la estructura de las rocas que se han originado por el enfriamiento de grandes masas de lava que han fluido completamente, depende de la velocidad en que se ha producido el fenómeno.

Las puzolanas naturales de origen orgánico son rocas sedimentarias abundantes en sílice hidratada y formadas en yacimientos o depósitos que en su origen fueron submarinos, por acumulación de esqueletos y caparazones silíceos de animales (infusorios radiolarios) o plantas (algas diatomeas).

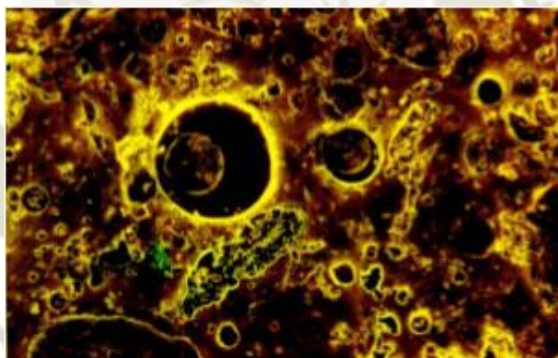


Ilustración 1 Puzolana natural de origen volcánico pumítico.
Fuente: Salazar, A.

2.2.1.3.2. PUZOLANAS ARTIFICIALES

Siguiendo con Salazar (s.f.), las puzolanas artificiales deben su condición a un tratamiento térmico adecuado. Por su condición existen dos tipos: los formados por materiales naturales silicatados de naturaleza arcillosa, que adquieren el carácter puzolánico por sometimiento a procesos térmicos “ex profeso”, y otros formados por subproductos de determinadas operaciones industriales, que, en gracias a su naturaleza y a las transformaciones sufridas en las mismas, llegan a poseer las propiedades puzolánicas.

Los materiales arcillosos más reconocidos para estar en la categoría de puzolana artificial es el polvo de ladrillo. Sometida la arcilla a tratamientos térmicos adecuados, se forman en ella compuestos puzolánicamente activos después de reacciones y transformaciones en las que, junto a una estructura y constitución mineralógica de origen, la composición química y otras variables como la temperatura y el tiempo, juegan importantísimo papel.

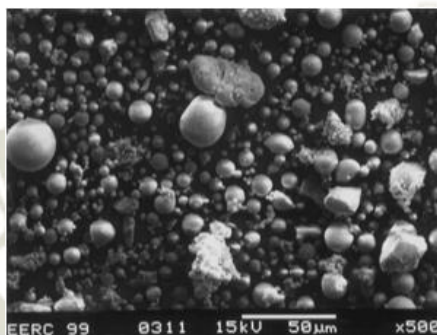


Ilustración 2 Micrografía de una puzolante tipo F
Fuente: Salazar, A.

2.2.1.4. PUZOLANA EN EL PERÚ

Los principales afloramientos de las puzolanas en el Perú se encuentran al sur del país, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3
Canteras de puzolana en el Perú por regiones, 2018.

DEPARTAMENTO	N° DE CANTERAS
Amazonas	2
Arequipa	3
Ayacucho	12
Cajamarca	2
Cusco	1
Huancavelica	3
La Libertad	4
Lambayeque	1
Pasco	2
Puno	9
Tacna	16
TOTAL	55

Fuente: Díaz y Rodríguez, 2018

2.2.1.4.1. PUZOLANA EN AREQUIPA

De acuerdo a Díaz y Ramírez (2010), la puzolana gracias a sus características y propiedades, tiene diferentes aplicaciones en diversas industrias como construcción, agrícola, eléctrica, entre otros. En Arequipa la puzolana está familiarizado con la fabricación del cemento y de ladrillos.

Existen 3 canteras registradas según información disponible en el Ministerio de Energía y Minas: Rehabilitación N° 34 en Yura, Iván I – 85 y Atolladero N° 2 – 87 en Uchumayo, y durante el periodo 2000-2009, la producción creció en promedio anual un 22% y se espera que esta tendencia continúe.

Tabla 4
Producción de puzolana de la región Arequipa.

Años	Cantidad en T.M.	Valor en nuevos soles
2000	120 406	2 167 308
2001	190 913	3 436 434
2002	189 136	3 404 448
2003	187 359	3 372 462
2004	185 359	3 336 462
2005	164 713	2 964 834
2006	200 000	3 600 000
2007	340 325	6 125 850
2008	369 514	6 651 252
2009	361 100	6 499 800

Fuente: Díaz y Ramírez , 2010

2.2.2. MATERIALES DE RELLENO

Según Berry y Reid (1993) el relleno o terreno artificial es el material colocado por el hombre en los trabajos de ingeniería y este proviene normalmente de excavaciones de suelo o roca, aunque también puede ser desperdicios de canteras o minas de carbón, escombros, entre otros.

Los materiales de relleno colocados bajo condiciones controladas y compactadas de manera adecuada, dará un material estable y de características razonablemente predecibles.

2.2.3. COMPACTACIÓN

Para Guerra (2018), se entiende por compactación de suelos a la mejora de sus propiedades geomecánicas por medios mecánicos, su importancia radica en el aumento de resistencia y disminución de capacidad de deformación que se obtiene al someter el suelo a técnicas mecánicas de mejora que aumenten su peso específico seco, disminuyendo sus vacíos.

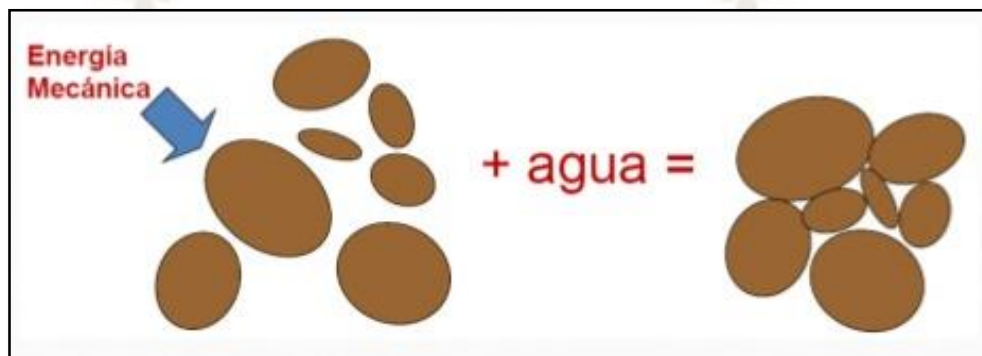


Ilustración 3 El proceso de compactación de suelos.
Fuente: Guerra, 2018

- **Densificación:** reducción del volumen o vacíos de un suelo de un suelo y, en consecuencia, aumento del peso específico del suelo. Existen dos maneras:
 - *Compactación mecánica del terreno:* la textura del terreno no varía, pero cambia la redistribución de los granos.
 - *Sustitución de vacíos de aire:* la textura del terreno se modifica porque los vacíos son rellenados por granos más pequeños (Guerra, 2018).
- **Compactación:** es el proceso artificial de densificar un terreno, mediante la expulsión de aire, haciendo que las partículas estén próximas entre sí, adicionándole agua y aplicando energía por medios mecánicos. El proceso de compactación depende de:

- *Energía de compactación*: una energía grande disminuye la humedad óptima y aumenta la densidad seca; una energía demasiado grande puede dañar el suelo.
- *Naturaleza del terreno*: la granulometría y estructura del suelo son fundamentales, ya que los suelos granulares trabajan diferente a las laminares o cohesivos.
- *Humedad del suelo*: el contenido de agua tiene una influencia determinante, tanto en procesos de campo como en laboratorio (Guerra, 2018).

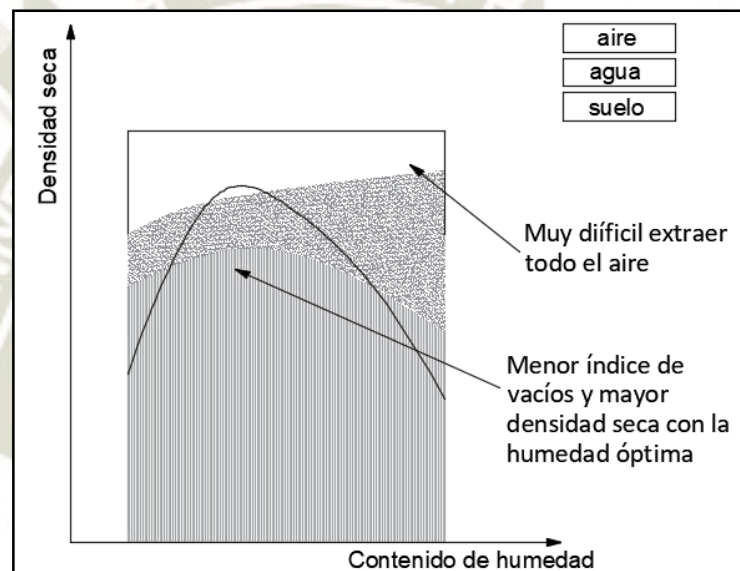


Ilustración 4 Factores que influyen en el proceso de compactación.
Fuente: Guerra, 2018

2.2.4. PARÁMETROS DE ROZAMIENTO

2.2.4.1. ÁNGULO DE FRICCIÓN

Se sabe que, si un cuerpo sobre el que actúa una fuerza normal P ha de deslizarse sobre una superficie rugosa, se encuentra que la fuerza F , que es la que generará el movimiento, resulta ser proporcional a P , donde μ recibe el nombre de coeficiente de fricción entre las superficies en contacto.

“La forma habitual que se utiliza para expresar la resistencia por fricción es el empleo del coeficiente de fricción o rozamiento “ μ ”. Así, si N es la fuerza normal aplicada sobre una superficie, se tiene que la fuerza tangencial máxima sobre la misma se expresa como $T = \mu \cdot N$ ” (GUERRA, 2018).

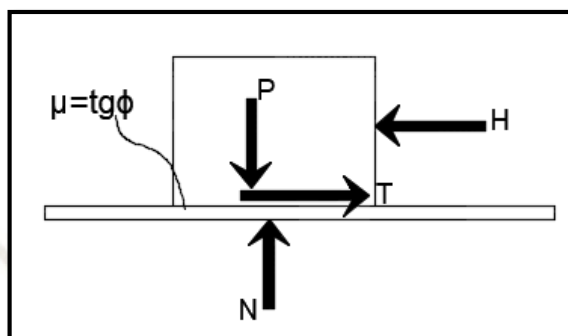


Ilustración 5 Tensión de corte en una superficie de contacto.
Fuente: Guerra, 2018

“Otra forma también muy habitual de expresar la resistencia al corte es el empleo del ángulo de rozamiento y coeficiente de fricción del suelo” (GUERRA, 2018).

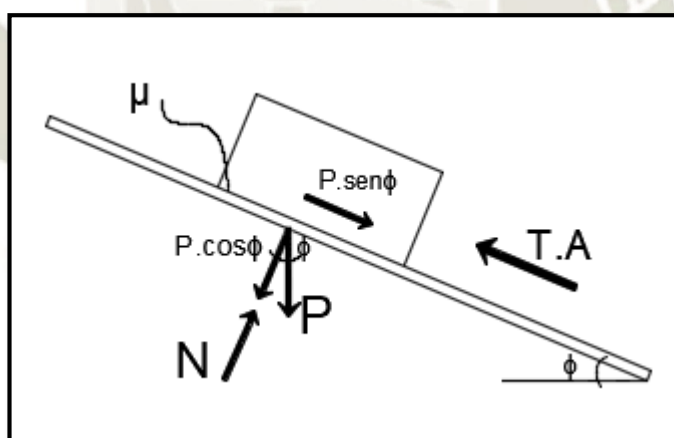


Ilustración 6 Ángulo de rozamiento y coeficiente de fricción.
Fuente: Guerra, 2018

$$\mu = \tan \phi'$$

Ecuación 1 Coeficiente de rozamiento estático

Dónde: μ = coeficiente de rozamiento
 ϕ' = ángulo de rozamiento

El ángulo interno de fricción es una propiedad física de los suelos la cual se encuentra representada por la pendiente de la resistencia al esfuerzo cortante de ese suelo.

2.2.4.2. *COHESIÓN*

De acuerdo a Suarez (1998) afirma que la cohesión en mecánica de suelos es utilizada para representar la resistencia al cortante producida por la cementación, mientras que en la física este término se utiliza para representar la tensión. En suelos eminentemente granulares en los cuales no existe ningún tipo de cementante o material que pueda producir adherencia, la cohesión se supone igual a 0 y a estos suelos se les denomina Suelos no Cohesivos.

De acuerdo a Juarez (1999):

El término de suelo cohesivo ha sido comúnmente usado refiriéndose a una característica de aquellos suelos que presentan características de resistencia a los esfuerzos cortantes sin que haya presión normal. El término se originó porque se pensaba que estos suelos tenían cohesión; es decir, se creía en la presencia de una especie de enlace entre las partículas constituyente; sin embargo, hoy está establecido que la resistencia de estos suelos tiene, esencialmente, la misma génesis que en los suelos granulares: la fricción. En una muestra de suelo, aun no existiendo presiones exteriores, la estructura está sujeta a presiones intergranulares.

Finalmente podemos decir que la cohesión es la propiedad de los suelos que se genera por la adherencia de las partículas del mismo, la cual influye en la resistencia a los esfuerzos cortantes.

Cohesión aparente

En los suelos no saturados el agua en los poros produce un fenómeno de adherencia por presión negativa o fuerzas capilares. Esta cohesión aparente desaparece con la saturación.

2.2.5. RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DE LOS SUELOS

La capacidad de las partículas de suelo de resistir esfuerzos de corte posibilita que cargas o descargas puedan ejecutarse sin causar inestabilidad.

Se debe tener en cuenta que la resistencia de un suelo saturado es diferente a la de una lámina de agua, ya que los granos de suelo aportan cierta resistencia al esfuerzo cortante; para poder entender mejor lo anteriormente mencionado, Gerscovich (2015) dice que nos es posible para una persona mantenerse en pie sobre líquidos, porque éstos no resisten esfuerzos cortantes a comparación a que se pare en agua con partículas de suelo.

También Gerscovich (2015) menciona que la resistencia al corte de los suelos está en función de dos componentes: resistencia entre partículas y el entrelazamiento. La resistencia depende de la fricción de sus partículas y de la existencia o no de enlaces físico – químicos entre ellas (cohesión), mientras que el entrelazamiento se refiere a la resistencia adicional causadas por las diferencias en el arreglo de las partículas.

Según Berry P. y Reid D. (1993) la resistencia al corte de un suelo ayuda a determinar algunos factores como la estabilidad de un talud, la capacidad de carga admisible para una cimentación y el empuje de un suelo contra un muro de contención.

Gerscovich (2015) afirma que en geotecnia se adopta el criterio de Mohr Coulomb, que linealiza la envolvente de Mohr. Así la envolvente de resistencia pasa a definirse por una recta.

$$T = c' + \sigma' \operatorname{tg} \phi'$$

Ecuación 2 Esfuerzo cortante

σ' = Esfuerzo normal efectivo que actúa sobre el plano.

ϕ' = Ángulo de rozamiento interno del suelo

c' = Cohesión efectiva del suelo

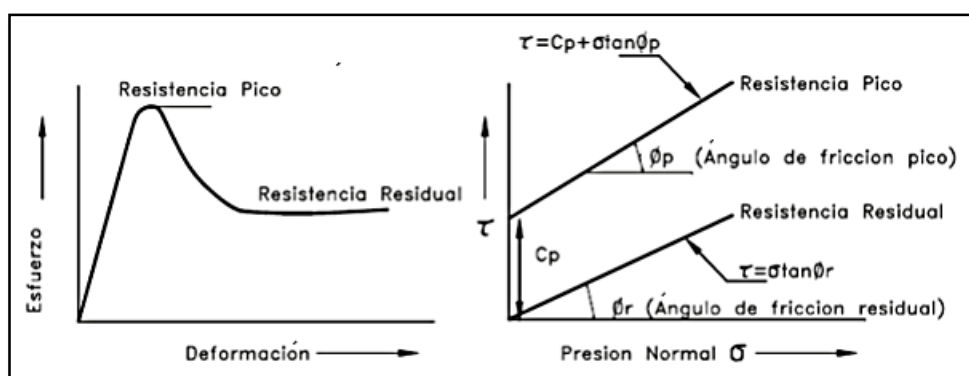


Ilustración 7 Gráfica esfuerzo deformación y presión cortante – presión normal
Fuente: Aburto M. Y Rodríguez D., 2012

Cuando se llega a alcanzar las condiciones de rotura en un elemento de suelo, el círculo de Mohr será tangente a las líneas intrínsecas y, además, el plano a favor del cual se alcanzan dichas condiciones de rotura será el representado por el punto de tangencia. (Suarez, 2018)

TIPOS DE RESISTENCIA A CORTANTE DE UN SUELO

- Pico o punta: Valor máximo de resistencia al corte.
- Residual: Deformaciones considerables.

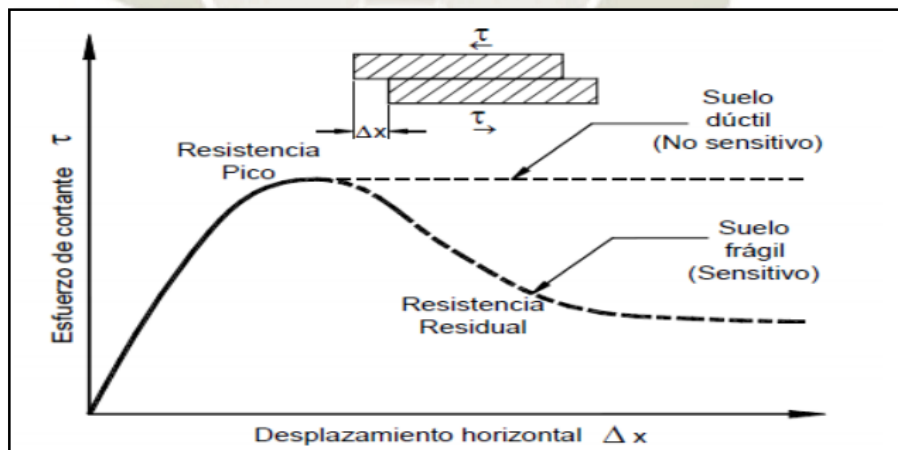


Ilustración 8 Curvas de esfuerzo de corte – desplazamiento.
Fuente: Duncan y Wright, 2005

CORTE DIRECTO

El ensayo más común para obtener la resistencia de los suelos en los estudios de deslizamientos es el ensayo de Corte Directo, el cual no es difícil de realizar, aunque presenta algunos inconvenientes como el poco control que se tiene sobre las condiciones de drenaje, la dificultad para medir presiones de poro y algunos problemas inherentes a los mecanismos de las máquinas que realizan los ensayos (Suarez, 2018).

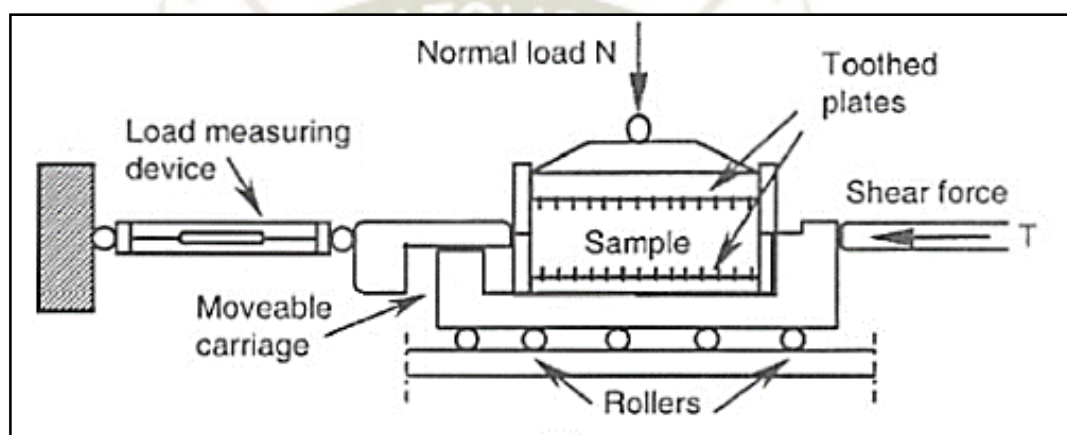


Ilustración 9 Sección de una caja de corte.
Fuente: Aysen, 2002

El ensayo consiste en realizar varias pruebas para el mismo tipo de suelo con diferentes presiones normales y se dibuja la envolvente de falla para obtener gráficamente los valores de cohesión y ángulo de fricción.

Según Suarez (2018) los ensayos se clasifican en:

- Ensayo sin drenaje U.U. (*Unconsolidated, undrained*) No se permite el drenaje durante la aplicación de la presión de confinamiento y el esfuerzo desviador.
- Ensayo consolidado y sin drenaje C.U. (*Consolidated, undrained*) Se permite el drenaje durante la aplicación del esfuerzo de confinamiento

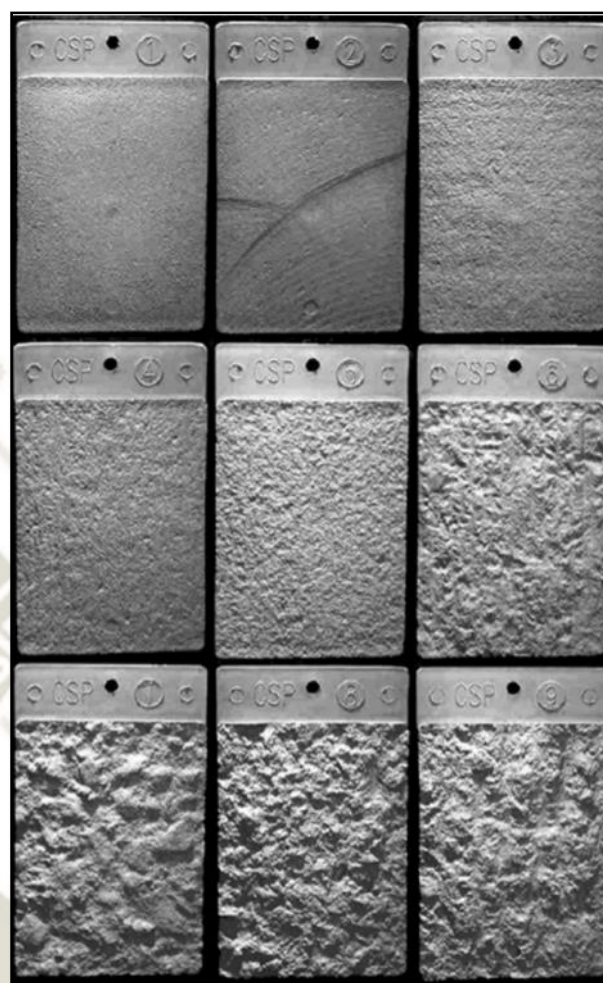
colocándolo lentamente, pero se impide durante la aplicación del esfuerzo desviador.

- Ensayo consolidado drenado: C.D. (*Consolidated drained*) El ensayo se realiza lentamente para permitir el drenaje del agua dentro de la muestra e impedir que se puedan generar presión.

2.2.6. RUGOSIDAD EN EL CONCRETO

La rugosidad o textura en una superficie, está formada por surcos o marcas dejadas por diferentes agentes que atacan la superficie en el proceso de mecanizado (herramienta, partículas abrasivas, acción química, etc.) y se encuentra superpuesta al perfil de ondulación (Grupo Tecnología Mecánica).

Existen diferentes tipos de métodos para la medición de rugosidad del concreto. El método más conocido para cuantificar la rugosidad de una superficie de hormigón fue propuesto por el International Concrete Repair Institute (ICRI, 1997), basado en la inspección visual de la superficie preparada, de esta forma se pueden comparar con nueve perfiles de superficie de concreto. Las ventajas de este método es que es fácil y rápida su clasificación mientras en sus desventajas encontramos que dependen de la experiencia del técnico que evalúa, es decir que es un método cuantitativo (Pérez, Bissonnette y Courard, 2009) (Citado en Santos y Júlio, 2013).



*Ilustración 10 Perfiles de la superficie de concreto.
Fuente ICRI, citado en Santos y Júlío, 2013*

Otro de los métodos para la medición superficial de la rugosidad es por medio del *Mechanical Stylus*, que es un dispositivo mecánico de amplia difusión, el cual se compone principalmente de un lápiz óptico acondicionado a un amplificador y a una unidad mecánica para el avance y una unidad de ordenador para la adquisición de datos. La aguja, normalmente con una punta de diamante, se arrastra sobre la superficie a lo largo de una línea recta registrando las variaciones de la superficie. Este método tiene algunas desventajas, ya que la precisión de las mediciones está influenciada por parámetros tales como el tamaño y dureza de la punta de la sonda, la tecnología de adquisición de la señal, velocidad de movimiento, y las irregularidades de la superficie. Sin embargo, entre sus ventajas

tenemos que presentan un costo medio, la línea de exploración es relativamente rápida de realizar y no requiere preparación previa de la muestra (Santos y Julio, 2012).

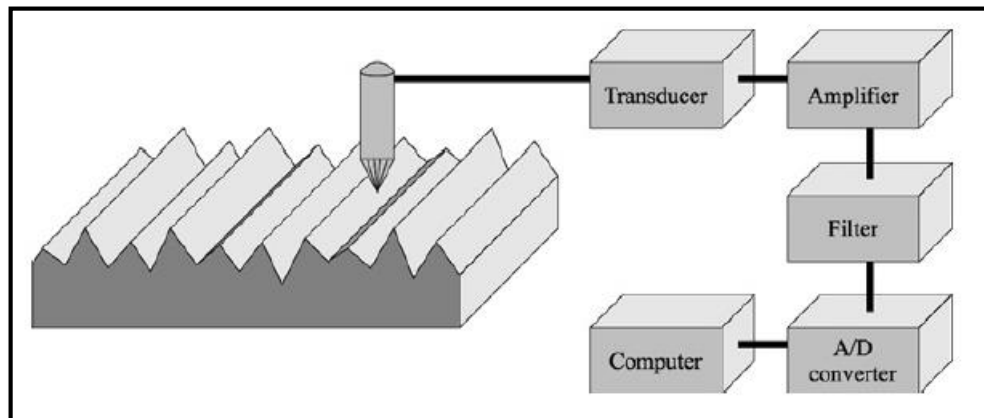


Ilustración 11 Esquema de Mechanical Stylus.
Fuente: Santos y Júlio, 2013

Otro de los métodos que menciona Montoya (2013), es el método matemático usado en el trabajo denominado *Resistencia al Corte Pico y Residual en una Interface Suelo-Concreto* realizada por Jorge Pineda y Fredy Montejo en el año de 2005, el cual consiste en definir la rugosidad máxima, como la distancia vertical entre el pico más alto y el valle más bajo de las irregularidades de la superficie. En nuestro caso se empleará la rugosidad relativa R_n , la cual se determina de la siguiente manera:

$$R_n = R_{m\acute{a}xima} \left(\frac{L}{R_{promedio}} \right)$$

Ecuación 3 Rugosidad relativa

Dónde:

- R_n = Rugosidad relativa.
- L = longitud máxima de separación de los picos
- $R_{m\acute{a}xima}$ = distancia vertical entre el pico más alto y el valle más bajo.
- $R_{promedio}$ = altura promedio de las irregularidades de la superficie

Luego esta expresión matemática tuvo una reinterpretación en el artículo presentado por Jorge Pineda y Julio en donde enuncian la metodología enmarcada en la norma ISO 25178 “Estándar de medición de rugosidad superficial en procesos de fabricación”. La cual, nos presenta lo siguiente:

$$R_n = \frac{b_{promedio}}{h_{promedio}}$$

Ecuación 4 Relación entre base y altura

$$R = \frac{R_n}{L}$$

Ecuación 5 Rugosidad final

Dónde:

$b_{promedio}$ = base promedio de los canales.

$h_{promedio}$ = altura promedio de los canales.

L = separación de los canales adyacentes.

R_n = relación entre la base promedio y altura promedio de las irregularidades o canales

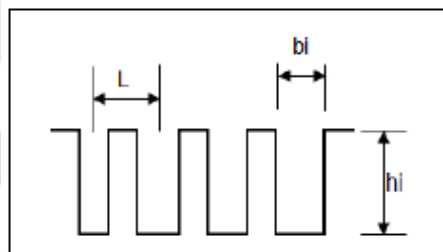


Ilustración 12 Parámetros geométricos de rugosidad superficial.

Fuente: Montoya, 2013

2.2.7. PRESIÓN DE TIERRAS SOBRE ELEMENTOS DE SOPORTE

2.2.7.1. ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN

Carnero, López y Fernández (2016) definen como estructura de contención a aquella que produce un efecto de estabilización sobre una masa de terreno, bien activa o pasivamente, siendo su función el servir de elemento de contención de un terreno ya sea natural o artificial.

Entre estas estructuras encontramos los muros de contención, los cuales reciben las acciones de material que contienen giros y desplazamientos del conjunto de la estructura, pero no experimentan cambios en su forma.

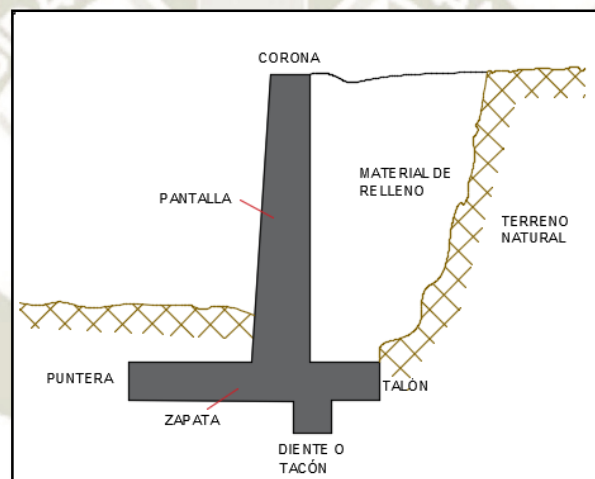


Ilustración 13 Partes de un muro de contención.
Fuente: Elaboración propia

2.2.7.2. EMPUJES

Uno de los temas más importantes en Mecánica de suelos, como lo mencionan Carnero, López y Fernández (2016), es la determinación de las fuerzas que actúan sobre estructuras de ingeniería que están en contacto con masas de tierras. La magnitud del empuje depende de: las propiedades del suelo, La interacciones suelo –estructura, y los desplazamientos y deformaciones del suelo y de la estructura.

De acuerdo al empuje existen tres tipos de estado:

- **Estado en reposo:** supongamos un suelo y dentro de él un elemento diferencial situado junto a una línea LL, a una profundidad p y sometida a tensiones verticales σ_v y horizontales σ_h . Si sustituimos la línea LL' por una pantalla de gran rigidez, tal que no altere el estado tensional, a esta situación la denominaremos estado en reposo.

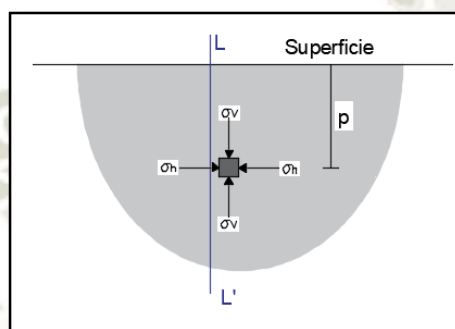


Ilustración 14 Estado en reposo.
Fuente; Carnero, López y Fernández, 2016

- **Estado activo:** Si eliminamos el terreno situado a la izquierda de la pantalla, ésta se verá sometida a tensiones que había antes a su derecha, pos ahora ya no habrá terreno a la izquierda que mantenga el equilibrio. La pantalla tenderá a moverse bajo empujes o tensiones iniciales, lo que corresponde al estado activo.

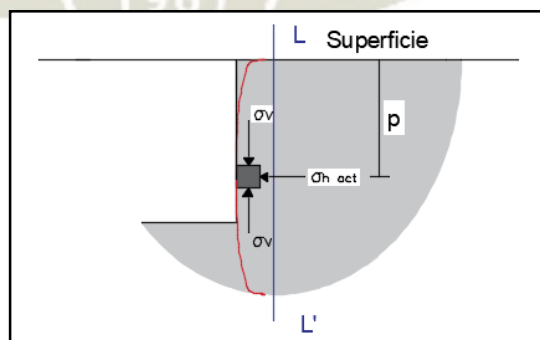


Ilustración 15 Estado Activo.
Fuente: Carnero, López y Fernández, 2016

- **Estado pasivo:** Si movemos la pantalla hacia el terreno de la derecha se vería sometida a unas tensiones mayores del terreno de la derecha que se opone a este movimiento. Por lo tanto, aparecería un nuevo estado de tensiones permanente en el terreno de la derecha; este corresponde a estado pasivo.

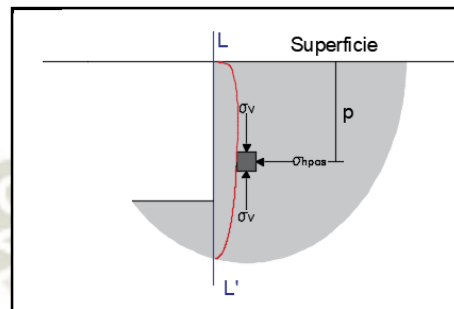


Ilustración 16 Estado Pasivo.
Fuente: Carnero, López y Fernández, 2016

2.2.7.3. MÉTODOS DE CÁLCULO DE EMPUJE

Se puede observar las diferentes ecuaciones en la publicación de Torres (2008):

2.2.7.3.1. EMPUJE ACTIVO (E_a)

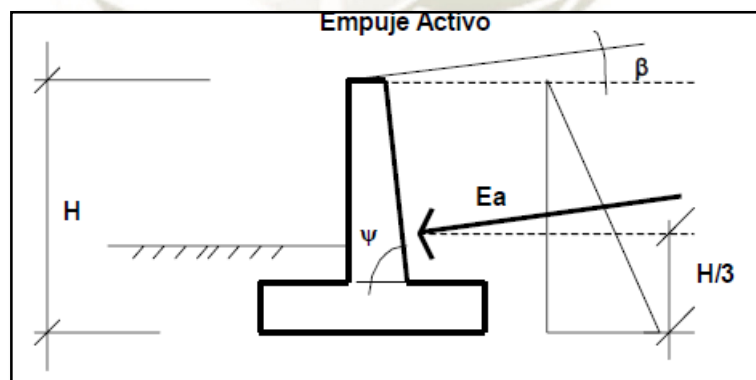


Ilustración 17 Esquema de empuje activo.
Fuente: Torres, 2008

$$E_a = \left(\frac{1}{2}\gamma H^2\right) K_a$$

Ecuación 6 Empuje activo

Donde:

γ = Peso específico del estrato en estudio

H = Profundidad desde el nivel superior del talud

K_a = Coeficiente pasivo

- **Teoría de Coulomb**

El coeficiente de empuje activo (K_a) según Coulomb es:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\Psi + \phi')}{\text{sen}^2\Psi \text{ sen}(\Psi - \delta') \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi' + \delta') \text{ sen}(\phi' - \beta)}{\text{sen}(\Psi - \delta') \text{ sen}(\Psi + \beta)}} \right]^2}$$

Ecuación 7 Coeficiente de presión dinámica del empuje activo según Coulomb.

Dónde:

Ψ = Ángulo de la cara interna del muro con la horizontal.

ϕ' = Ángulo de fricción interno del suelo

β = Ángulo del relleno con la horizontal.

δ' = Ángulo de fricción suelo-muro.

E_{ah} y E_{av} son las componentes horizontal y vertical del Empuje activo (E_a)

$$E_{ah} = \left(\frac{1}{2}\gamma H^2\right) K_a \cos \omega$$

Ecuación 8 Empuje activo horizontal según Coulomb.

$$E_{av} = \left(\frac{1}{2}\gamma H^2\right) K_a \text{ sen } \omega$$

Ecuación 9 Empuje activo vertical según Coulomb.

$$\omega = 90 + \delta' - \Psi$$

Ecuación 10 Ángulo ω según Coulomb.

Donde:

γ = Peso específico del estrato en estudio

H = Profundidad desde el nivel superior del talud

ω = Ángulo de coulomb

K_a = Coeficiente activo

Ψ = Ángulo de la cara interna del muro con la horizontal.

δ = Ángulo de fricción suelo-muro.

- **Teoría de Rankine**

El coeficiente de empuje activo (K_a) según Rankine es:

$$K_a = \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi'}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi'}}$$

Ecuación 11 Coeficiente de presión dinámica del empuje activo según Rankine.

Dónde:

ϕ' = Ángulo de fricción interno del suelo

β = Ángulo del relleno con la horizontal.

E_{ah} y E_{av} son las componentes horizontal y vertical del Empuje activo (E_a).

$$E_{ah} = \left(\frac{1}{2}\gamma H^2\right) K_a \cdot \cos\beta$$

Ecuación 12 Empuje activo horizontal.

$$E_{av} = \left(\frac{1}{2}\gamma H^2\right) K_a \cdot \sen\beta$$

Ecuación 13 Empuje activo según Rankine.

Donde:

γ = Peso específico del estrato en estudio

H = Profundidad desde el nivel superior del talud

β = Ángulo del relleno con la horizontal.

K_a = Coeficiente activo

2.2.7.3.2. EMPUJE PASIVO

$$E_p = \left(\frac{1}{2} \gamma H^2 \right) K_p$$

Ecuación 14 Empuje pasivo

Donde:

γ = Peso específico del estrato en estudio

H = Profundidad desde el nivel superior del talud

K_p = Coeficiente pasivo

- **Teoría de Coulomb**

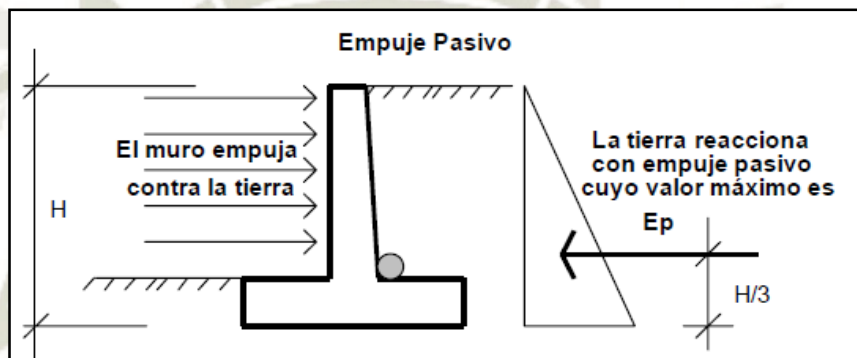


Ilustración 18 Empuje pasivo.
Fuente: Torres, 2018

El coeficiente de empuje pasivo (K_p) según Coulomb es:

$$K_p = \frac{\text{sen}^2(\Psi - \phi')}{\text{sen}^2\Psi \text{sen}(\Psi + \delta') \left[1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi' + \delta') \text{sen}(\phi' + \beta)}{\text{sen}(\Psi + \delta') \text{sen}(\Psi + \beta)}} \right]^2}$$

Ecuación 15 Coeficiente de presión pasiva según Coulomb

Dónde:

Ψ = Ángulo de la cara interna del muro con la horizontal.

ϕ' = Ángulo de fricción interno del suelo

β = Ángulo del relleno con la horizontal.

δ' = Ángulo de fricción suelo-muro.

- **Teoría de Rankine**

El coeficiente de empuje pasivo (K_p) según Rankine es:

$$K_p = \frac{1 + \operatorname{sen} \phi'}{1 - \operatorname{sen} \phi'} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right)$$

Ecuación 16 Coeficiente de presión pasiva según Rankine

Dónde:

ϕ' = Ángulo de fricción interno del suelo

2.2.7.4. *Teoría de Coulomb en suelos friccionantes*

Según Juárez E. y Rico A. (1999) el valor numérico del ángulo de fricción suelo-concreto (δ') está limitado por $0 \leq \delta' \leq \phi'$; por lo tanto, cuando $\delta = 0$ corresponde a un muro liso; y si $\delta' > \phi'$, siguiendo las indicaciones de Terzaghi el valor de δ' sería:

$$\frac{\phi'}{2} \leq \delta' \leq \frac{2}{3} \phi'$$

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

3.1.1. UBICACIÓN

El lugar en donde se realizó la obtención de muestra fue en el terreno perteneciente a la Iglesia de Semi Rural Pachacutec en el distrito de Cerro Colorado en la provincia de Arequipa, departamento de Arequipa; con coordenada este de 225155.10 m E y coordenada norte de 8185957.23 m N.



Ilustración 19 Vista satelital general de la zona de estudio.
(Fuente: Google Earth)

3.1.2. PROCEDIMIENTO DE LA OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

Para realizar el estudio de suelos en el laboratorio, se realizaron calicatas. El número de puntos de investigación se determinó por la longitud del talud estudiado, por cada 100 m una calicata; esto enunciado en la Norma E 0.50. En nuestro caso el largo del talud es de aproximadamente 70 m, por lo cual debió ser una sola calicata, pero se decidió realizar dos para verificar que todo el talud este compuesto de mi la misma forma.



Ilustración 20 Ubicación de las calicatas realizadas para la obtención de muestra.
Fuente: Google Earth

Tabla 5
Coordenadas geográficas de las calicatas realizadas para la obtención de la muestra.

CALICATA 1	225152.6 E	8185981.8 N
CALICATA 2	225145.3 E	8186023.2 N

Fuente: Google Earth

De acuerdo a lo observado se determinó que el talud está compuesto por un solo estrato. Un suelo de color rosado, con poca presencia de gravas y una humedad baja. Esto se encuentra detallado en el perfil estratigráfico ubicado en el Anexo A.

3.2.DETERMINACIÓN DE RUGOSIDAD DE PLACAS DE CONCRETO

Para obtener la superficie rugosa en el concreto se siguió el siguiente procedimiento:

- Para la alteración de la superficie con el fin de obtener diferentes rugosidades:
 - Se utilizó agujas de diferentes diámetros para cada rugosidad, con las cuales se realizaron los canales.

Tabla 6
Diámetros de agujas para las diferentes rugosidades.

	RUGOSIDADES		
	Rugosidad 1	Rugosidad 2	Rugosidad 3
Diámetro de aguja (mm)	0.5	0.7	0.9

Fuente: Elaboración propia

- Se elaboró moldes 9 moldes metálicos que tenían la misma área de la caja de corte a utilizar, es decir, de forma cuadrada y con una de longitud de 6 cm por lado; y una altura de 1.2 cm.

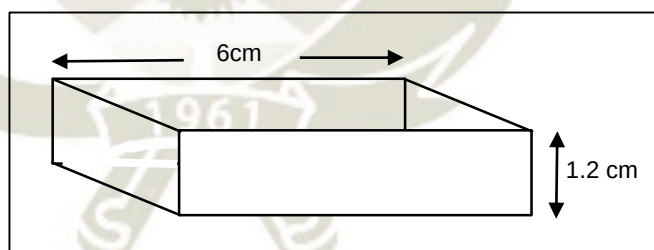


Ilustración 21 Geometría de los moldes de las placas de concreto.

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 22 Moldes para concreto del tamaño de la caja de corte.

Fuente: Elaboración propia

- Las agujas fueron colocadas en la base de los moldes a diferentes distancias de centro a centro del canal y así sean más uniformes.

Tabla 7

Separación de centro a centro de canales adyacentes para diferentes rugosidades.

	RUGOSIDADES		
	Rugosidad 1	Rugosidad 2	Rugosidad 3
Distancia de canal a canal (mm)	4	6	12

Fuente: Elaboración propia

- Se realizó una mezcla de concreto empleando arena de Chiguata y cemento Portland IP – Yura con una relación de 1:2, con lo cual se obtenía una mezcla de consistencia normal.
- Esta mezcla de concreto fue vaciada en los moldes metálicos, quedando la superficie de cada placa como se observa en las siguientes ilustraciones:

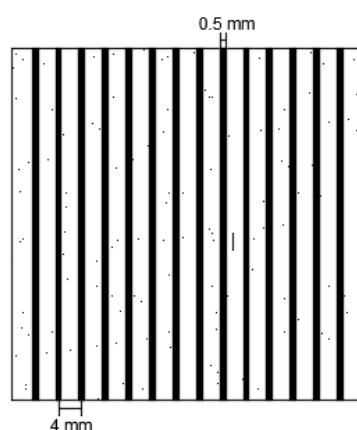


Ilustración 23 Esquema de canales para rugosidad 1.
Fuente: Elaboración propia

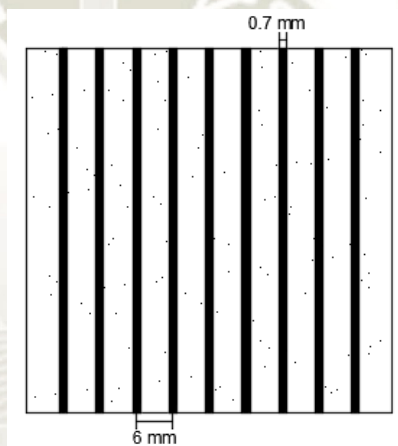


Ilustración 24 Esquema de canales para rugosidad 2.
Fuente: Elaboración propia

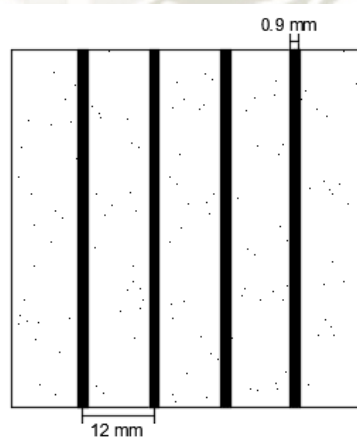


Ilustración 25 Esquema de canales para rugosidad 3.
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 26 Aguja colocadas a diferentes distancias en los molde.

Fuente: Elaboración propia

- Después de haber realizado las irregularidades en las placas de concreto se deja que termine el proceso de fraguado y se desencofren, para poder ser empleadas en los ensayos de corte en la interacción suelo – concreto.

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL

3.3.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Se debe considerar que la realización de este ensayo se rige por el manual de ensayos de materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), específicamente en la norma MTC E 107; la cual toma como referencia la norma ASTM D 422.

Según MTC (2016) el ensayo tiene como finalidad “determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200)” (p. 44), con lo cual se podrá realizar la clasificación del suelo.

La norma refiere que el material a ensayarse sea de 500 g como mínimo, ya que su diámetro nominal de las partículas más grandes es de 9.5 mm o 3/8”.

Para la clasificación del suelo se tomaron en cuenta las normas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).



Ilustración 27 Proceso de tamizado.
(Fuente: Elaboración propia)



Ilustración 28 Granulometría del suelo.
(Fuente: Elaboración propia)

3.3.2. CONTENIDO DE HUMEDAD

La determinación del contenido de humedad de un suelo se encuentra regido según las consideraciones de la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en el apartado de la E 108, la cual hace referencia a la norma ASTM D 2216.

Según MTC (2016) la humedad de un suelo, es la relación expresada en porcentaje, del peso del agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. A partir de ello, este ensayo determina el peso del agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$. El peso que queda luego de secado el suelo representa a las partículas sólidas. La pérdida del peso debido al secado se considera el peso del agua.

En este caso la norma pide un mínimo de 2.5 kg por el tamaño máximo de las partículas.

3.3.3. PESO ESPECÍFICO- MÉTODO DE LA PARAFINA

La realización de este ensayo está regida por la norma ASTM D 1188, en la cual se describe como determinar densidad de un suelo mediante una muestra inalterada del mismo. El procedimiento se basa en el principio de Arquímedes, el cual permite determinar el volumen de una muestra a través del volumen de agua que desplaza. Conocido el volumen y el peso de la muestra, se podrá determinar el peso unitario de la muestra. Para proteger la muestra se utiliza parafina en este procedimiento. El volumen de la parafina utilizada se descontará del volumen total.

La norma ASTM D 1188 se usa principalmente con sustancias bituminosas, y es usado para determinar la gravedad específica que se posee. En esta norma describe el uso que se hace de la parafina, que se coloca en la muestra a investigar, con el fin de cerrar todos los vacíos superficiales que pudieran existir.

De esta manera, la humedad contenida no podrá salir, y se conservará en mejor estado, por lo tanto, se podrá obtener un volumen más exacto.



Ilustración 29 Muestras inalteradas con parafina.
(Fuente: Elaboración propia)

3.3.4. GRAVEDAD ESPECÍFICA

El procedimiento del ensayo a realizar se encuentra regido según las consideraciones de la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en el apartado de la E 113, y la cual hace referencia a la norma Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas del suelo (NTP 229.131).

La finalidad del ensayo se encuentra en calcular la densidad de los sólidos de suelo. Lo cual se logra multiplicando su gravedad específica por la densidad de agua (a una temperatura apropiada).

La norma MTC (2016) afirma que los sólidos de suelo para estos métodos de ensayo no incluyen sólidos los cuales puedan ser alterados por estos métodos, contaminados con una sustancia que prohíba el uso de estos métodos, o que son sólidos de suelo altamente orgánicos, tales como materias fibrosas flotando en el agua.

Para la realización del ensayo, por tratarse de una arena limosa SM se requiere 75 ± 10 g.



Ilustración 30 Ensayo de gravedad específica.
Fuente: Elaboración propia

3.3.5. ENSAYO DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICA (PRÓCTOR MODIFICADO)

El ensayo de compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada según las consideraciones de la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en el apartado de la E 115; la cual toma como referencia las normas ASTM D 1557 y la NTP 339.141.

Según MTC (2016) el ensayo tiene como finalidad “determinar las relaciones entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde con un diámetro de 101,6 mm. (p.105).

Para la realización del ensayo se debe tener en cuenta:

- Se utilizará el método A ya que el material retenido por el tamiz 4.75 mm (N°4) es menos del 20 %; por tanto, el molde a utilizar será de 101.6 mm de diámetro (4 pulg), se empleará el material pasante del tamiz 4.75 mm (N°4), el número de capas es 5 y cada uno de ella de 25 golpes.

- La preparación de la muestra es por el método seco.
- El pisón es manual.
- Ya que la fracción gruesa del suelo que no se utilizará en el ensayo es menor del 5%, no se deben hacer correcciones.

Curva de saturación

Para la MTC (2016) “La curva de 100% de saturación se denomina algunas veces como curva de relación de vacíos cero o la curva de saturación completa.”, y ayuda a diseñar la curva de compactación.



Ilustración 31 Enrazado del molde para el ensayo de compactación.
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 32 Ensayo de compactación
Fuente: Elaboración propia

3.4. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE CORTE

Para la investigación se contemplaba realizar varios ensayos de corte que nos permitirá obtener los parámetros de rozamiento en la interacción suelo-concreto. Antes de ensayar era necesario conocer la velocidad de aplicación de carga en la resistencia al corte, la cual se suponía que no causaría gran variación en los valores ya que el suelo de estudio es un material granular; es por ello que se decidió verificar la influencia de la velocidad en la puzolana y en estado compactado.

Para la evaluación de la variación de la velocidad del ensayo corte vs. la resistencia al corte, se utilizó un método empírico como la realizada en la investigación “Incidencia en la velocidad de aplicación de carga en la resistencia al corte no drenado de suelos residuales de anfíbolita en el Valle de San Nicolás, Antioquia (Colombia)” hecha por Manuel Builes, en la cual se concluye que los parámetros de rozamiento aumentan a medida que la velocidad va en aumento, de allí la importancia de una buena selección de la velocidad con la que se hacen los ensayos en el ejercicio de la geotecnia.

Entonces, se procedió a realizar un análisis variando las velocidades en los ensayos de corte; a partir de eso, se escogió la velocidad adecuada que es en la que obtuvo una cohesión mínima, ya que según Berry (1993) se sabe que la cohesión de suelos granulares como la arena, grava y limos no plásticos es nula, $c'=0$.

3.5. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE ROZAMIENTO EXPERIMENTALES

En esta etapa de la investigación es donde se obtuvieron finalmente, los parámetros de rozamiento en la interacción entre el concreto y la puzolana. Para ello, se realizaron varios ensayos de corte con la velocidad escogida por cada rugosidad.

Tabla 8
Número de ensayos a realizar en la interacción suelo - suelo.

Material	Rugosidad	Cargas normales (kgf)	Total de ensayos
Puzolana	Rugosidad 1	40	5
		80	
		120	
	Rugosidad 2	40	5
		80	
		120	
	Rugosidad 3	40	5
		80	
		120	
			15

Fuente: Elaboración propia

La muestra de suelo utilizada fue el pasante de la malla N° 10 debido al tamaño de caja de corte y fue ensayada con la densidad seca máxima obtenida del ensayo de compactación.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS

4. ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS

4.1. DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD

A continuación, se detallará el cuadro con el que se estimó la rugosidad empleada en las placas de concreto, teniendo en cuenta el método matemático antes mencionado las cuales utilizan las fórmulas:

$$R_n = \frac{b_{promedio}}{h_{promedio}}$$

$$R = \frac{R_n}{L}$$

Dónde:

$b_{promedio}$ = base promedio de los canales.

$h_{promedio}$ = altura promedio de los canales.

L = separación de los canales adyacentes.

R_n = relación entre la base promedio y altura promedio de las irregularidades o canales

Tabla 9
Mediciones, desviación estándar y error de la rugosidad.

	Ancho de canales b (mm)	Altura de canales h (mm)	Separación de picos L (mm)	Rugosidad relativa R_n	Rugosidad	Desviación Estándar		Rugosidad promedio R_{prom}	Error %
						b	R		R
Rugosidad 1 R_1	0.50	0.5	4	1.01	0.251	0.0023	0.0011	0.252	0.13%
	0.50			1.00	0.251				0.26%
	0.51			1.01	0.253				-0.53%
	0.50			1.00	0.250				0.53%
	0.51			1.01	0.253				-0.40%
Rugosidad 2 R_2	0.71	0.7	6	1.01	0.252	0.0018	0.0006	0.252	-0.13%
	0.70			1.01	0.252				0.03%
	0.71			1.01	0.252				-0.28%
	0.70			1.00	0.251				0.19%
	0.70			1.00	0.251				0.35%
Rugosidad 3 R_3	0.90	0.9	12	1.00	0.250	0.0050	0.0014	0.251	0.66%
	0.91			1.01	0.253				-0.44%
	0.90			1.00	0.250				0.66%
	0.91			1.01	0.251				0.11%
	0.90			1.00	0.249				0.94%

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de “b” de cada placa de concreto se realizó un promedio de las medidas de los orificios de cada placa y se sacó un promedio, esto se puede observar con mayor detalle en el Anexo B.

Tabla 10
Medidas de rugosidad a emplear.

Rugosidad	Ancho promedio b_{prom} (mm)	Altura promedio h_{prom} (mm)	Separación L (mm)	Rugosidad relativa R_n	Valor de rugosidad R
Rugosidad 1	0.503	0.5	4	1.007	0.25
Rugosidad 2	0.704	0.7	6	1.006	0.17
Rugosidad 3	0.903	0.9	12	1.003	0.08

Fuente: Elaboración propia

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

4.2.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

A continuación, se tiene el resumen de los resultados obtenidos del ensayo de granulometría por tamizado; los cuales, están detallados en el ANEXO A.

Tabla 11
Cuadro resumen: Análisis granulométrico de suelos por tamizado.

	CALICATA 1			CALICATA 2		
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
CARACTERÍSTICAS						
Peso inicial	600 g	600 g	600 g	600 g	600 g	600 g
Gravas	4.11%	3.70%	3.48%	2.06%	3.36%	2.90%
Arenas	77.99%	77.23%	78.26%	80.09%	78.60%	78.96%
Finos	17.90%	19.08%	18.26%	17.85%	18.05%	18.13%
Límite líquido	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Límite plástico	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Índice de plasticidad	NP	NP	NP	NP	NP	NP
CLASIFICACIÓN						
SUCS	SM	SM	SM	SM	SM	SM
AASHTO	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de datos y gráficos

De acuerdo a los seis ensayos de análisis granulométrico, se concluye que:

- Según la clasificación SUCS, el suelo es una arena limosa con nomenclatura SM; y de acuerdo a la AASHTO, el suelo también es una arena limosa con nomenclatura A-2-4 (0) para ambas calicatas.
- El suelo de estudio carece de plasticidad, esto debido a su ausencia de arcilla.

4.2.2. CONTENIDO DE HUMEDAD

A continuación, se tiene el resumen de los resultados obtenidos; los cuales, están detallados en el ANEXO A.

Tabla 12
Cuadro resumen: Contenido de humedad.

CONTENIDO DE HUMEDAD		
MUESTRA	1	2
ENSAYO 1	1.1%	1.3%
ENSAYO 2	1.0%	0.9%
ENSAYO 3	1.0%	1.1%
PROMEDIO	1.0%	1.1%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de datos y gráficos

Para el contenido de humedad de la calicata 1 con tamaño nominal máximo de 3/4" se utilizó un tamaño de muestra de 2500 g.

Los resultados encontrados fueron los siguientes:

CALICATA 1

- El contenido de humedad en el ensayo 1 fue de 1.1%.
- El contenido de humedad en el ensayo 2 fue de 1.0%
- El contenido de humedad en el ensayo 3 fue de 1.1%.

- El contenido de humedad promedio en la calicata 1 es de 1.0%

Para el contenido de humedad de la calicata 2 con tamaño nominal máximo de 3/4" se utilizó un tamaño de muestra de 2500 g.

CALICATA 2

- El contenido de humedad en el ensayo 1 fue de 1.3%.
- El contenido de humedad en el ensayo 2 fue de 0.9%
- El contenido de humedad en el ensayo 3 fue de 1.1%.
- El contenido de humedad promedio en la calicata 2 es de 1.1%

Se pudo observar que ambas calicatas poseen muestr0as de suelos con bajo contenido de humedad.

4.2.3. PESO ESPECÍFICO- MÉTODO DE LA PARAFINA

A continuación, se tiene el resumen de los resultados obtenidos; los cuales, están detallados en el ANEXO A.

Tabla 13
Cuadro resumem: Peso específico por el método de la parafina

PESO ESPECÍFICO NATURAL (γ)-(g/cm ³)					
MUESTRA	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4	PROMEDIO
1	1.34	1.39	1.32	1.30	1.34
2	1.34	1.35	1.39	1.31	1.35

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de datos y gráficos

De acuerdo a los cuatro ensayos realizados en cada calicata se concluye que:

CALICATA 1:

- El peso específico natural promedio en la calicata 1 es de 1.34 g/cm³.

CALICATA 2

- El peso específico natural promedio en la calicata 2 es de 1.35 g/cm^3 .

4.2.4. GRAVEDAD ESPECÍFICA

A continuación, se tiene el resumen de los resultados obtenidos; los cuales, están detallados en el ANEXO A.

Tabla 14
Cuadro resumen: Gravedad específica.

GRAVEDAD ESPECÍFICA (Gs)				
MUESTRA	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO
1	2.137	2.138	2.137	2.137
2	2.140	2.136	2.136	2.137

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de datos y gráficos

A partir de la tabla anterior se observa que:

- La gravedad específica en la primera muestra varía entre 2.137 y 2.138.
- La gravedad específica en la segunda muestra varía entre 2.136 y 2.140.
- El valor promedio de gravedad específica en ambas muestras es la misma, la cual es 2.248.

4.2.5. ENSAYO DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PRÓCTOR MODIFICADO)

A continuación, se tiene el resumen de los resultados obtenidos para el ensayo de compactación utilizando una energía modificada; los cuales, están detallados en el ANEXO A.

Tabla 15
Cuadro resumen: Compactación de suelo en laboratorio utilizando energía estándar

	CALICATA 1			CALICATA 2		
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Densidad seca máxima	1.38 g/cm ³	1.39 g/cm ³	1.39 g/cm ³	1.39 g/cm ³	1.38 g/cm ³	1.39 g/cm ³
Contenido de humedad	20.2%	19.5%	20.6%	20.7%	20.9%	19.8%
Promedio de densidad seca máxima	1.39 g/cm ³			1.39 g/cm ³		
Promedio de contenido de humedad	20.1%			20.5%		

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de datos

De acuerdo a los seis ensayos de compactación de suelos utilizando una energía modificada se concluye que:

- Los valores para la densidad seca máxima de ambas calicatas varían entre 1.38 y 1.39 g/cm³, y se tiene un promedio en ambas calicatas de 1.39 g/cm³.
- El contenido de humedad óptima en la calicata 1 varían entre 19.5% a 20.6% y en la calicata 2 varían de 19.8% a 20.9%, no variando significativamente por ser de un mismo suelo, se tiene un promedio de 20.3%.
- El valor de la densidad máxima seca a utilizar en nuestros ensayos de corte directo será de 1.39 g/cm³.

NOTA:

- Para la realización de esta investigación se obtuvieron muestras de dos calicatas para verificar que se tratara de un mismo estrato.
- Los resultados de los ensayos de caracterización entre ambas muestras dan resultados muy similares, por lo que se concluye que se trata del mismo estrato.

- Se debe tomar en cuenta que las unidades de medida del peso según las normas utilizadas es el gramo (g) a pesar de ser una fuerza.

4.3. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE CORTE

Como se mencionó anteriormente, la elección de la velocidad adecuada se basa en el valor de la cohesión obtenida en cada ensayo de corte, ya que se sabe que la cohesión en suelos granulares es nula, $c' = 0$. Por lo tanto, la velocidad adecuada será la que nos de la cohesión menor o nula.

La velocidad óptima se encontró entre las velocidades de 0.4 y 0.5 mm/min, ya que ese obtenía valores positivos en esta cohesión; los resultados son detallados en el Anexo C y resumidos en el siguiente cuadro:

Tabla 16
Cuadro Resumen: Ensayos de velocidad -parámetros de fricción.

Velocidad	Cohesión	Ángulo
mm/min	kg/fcm ²	°
0.4	0.08	43
0.4	0.06	44
0.4	0.03	44
0.4	0.00	44
0.4	0.13	42
0.5	0.29	44
0.5	0.21	46
0.5	0.31	44
0.5	0.24	44
0.5	0.30	44

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se presenta la variación de la cohesión en función de las diferentes velocidades empleadas; se puede observar que la cohesión aumenta a medida que aumenta la velocidad y en cuanto al ángulo de fricción no se observa gran variación en sus valores.

Finalmente, se concluye que la velocidad más adecuada para el tipo de suelo de estudio es en la que la cohesión es mínima; por lo tanto, la velocidad escogida fue de 0.4 mm/min para puzolana de Cerro Colorado y en estado compactado.

4.4.DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE ROZAMIENTO EXPERIMENTALES

Con la velocidad escogida anteriormente (0.4 mm/min) se comenzaron a realizar los ensayos de corte necesarios para la obtención de los parámetros de rozamiento.

Ya que el suelo de estudio será usado como material de relleno el estado de la muestra será compactado y se utilizará la densidad seca máxima (1.39 g/cm³) obtenido del ensayo de compactación, para ambas interfaces.

4.4.1. Corte directo Puzolana-Puzolana

Se utilizó los ensayos de corte interfaz suelo –suelo con velocidad de aplicación de 0.4 mm/min que fueron realizados para la obtención de la velocidad adecuada. Cabe recalcar que todos los ensayos en esa etapa fueron realizados con la densidad seca máxima.

Tabla 17
Parámetros de rozamiento en la interfaz suelo-suelo

Cohesión	Ángulo
kgf/cm ²	°
0.08	43
0.06	44
0.03	44
0.00	44
0.13	42

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el ángulo de fricción interno para la puzolana de estudio en estado denso es $\phi' = 43^\circ$.

4.4.2. Corte directo Puzolana – Concreto

A partir de la densidad anteriormente mencionada se calculará la masa necesaria de muestra de suelo a colocar en la mitad superior de la caja de corte, tomando en cuenta que en la parte inferior se colocará la placa de concreto.

Se utilizará cargas normales de 40, 80 y 120 kgf.

A continuación, se tiene el resumen de los resultados obtenidos en el ensayo de corte directo en la interacción suelo-concreto; los cuales, están detallados en el ANEXO D.

Tabla 18
Cuadro resumen: Parámetros de rozamiento suelo-concreto

Rugosidad	Cohesión kgf/cm ²	Ángulo °
Rugosidad 1 (R ₁ = 0.25)	0.00	31
	0.00	32
	0.00	32
	0.00	31
	0.00	29
Rugosidad 2 (R ₂ = 0.17)	0.00	29
	0.00	30
	0.00	28
	0.00	31
	0.00	29
Rugosidad 3 (R ₃ = 0.08)	0.00	26
	0.00	24
	0.00	26
	0.00	24
	0.00	26

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar de la tabla anterior que los parámetros de rozamiento llegan a ser afectados por acción de la rugosidad, sobre todo en el ángulo de fricción suelo-concreto ya que la cohesión es nula. Se puede inferir que, a mayor rugosidad, el ángulo de rozamiento entre el suelo y concreto también se incrementa.

4.5.COMPARACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS DE ROZAMIENTO TEÓRICOS Y EXPERIMENTALES.

Para el análisis de comparación se utilizará el parámetro: ángulo de rozamiento interno, ya que la cohesión no presenta resultados relevantes. El siguiente cuadro muestra los ángulos obtenidos en ambas interfaces.

Tabla 19
Cuadro resumen de Ángulos de rozamiento interno interfaz suelo-suelo y suelo-concreto.

	Interfaz suelo-suelo	Interfaz suelo-concreto		
		Rugosidad 1 $R_1 = 0.25$	Rugosidad 2 $R_2 = 0.17$	Rugosidad 3 $R_3 = 0.08$
ENSAYOS	43°	31°	29°	26°
	44°	32°	30°	24°
	44°	32°	28°	26°
	44°	31°	31°	24°
	42°	29°	29°	26°
PROMEDIO	43°	31°	29°	25°

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro se muestra los resultados de esta investigación en la interacción puzolana-concreto y se compara con los usualmente usados en la práctica ($\delta' = 1/2\phi'$, $\delta' = 2/3\phi'$), siendo elegido a criterio del diseñador, dependiendo del tipo de rugosidad que posee el muro.

Tabla 20
Comparación de ángulos de fricción interna entre interfaces suelo-suelo y suelo-concreto.

Ángulos de fricción interna interfaz suelo-suelo			43°
Rugosidad	Ángulo de fricción suelo-concreto	Ángulo por teoría	
		$1/2 \phi'$	$2/3\phi'$
R_1	0.25	31°	22° 29°
R_2	0.17	29°	
R_3	0.08	25°	

Fuente: Elaboración propia

A partir de la tabla anterior, se infiere que los ángulos de fricción suelo-concreto experimentales no se ajustan a las expresiones usualmente usadas.

- En la rugosidad 1 ($R_1 = 0.25$) el valor del ángulo de fricción suelo-concreto ($\delta' = 31^\circ$) excede en 7% y 35% al de las correlaciones de $\delta' = 2/3 \phi'$ ($\delta' = 29^\circ$) y $\delta' = 1/2 \phi'$ ($\delta' = 22^\circ$) respectivamente.
- En la rugosidad 2 ($R_2 = 0.17$) el valor del ángulo de fricción suelo-concreto ($\delta' = 29^\circ$) excede en 26% al de la correlación $\delta' = 1/2 \phi'$ ($\delta' = 22^\circ$) y se iguala a la correlación de $\delta' = 2/3 \phi'$ ($\delta' = 29^\circ$).
- En la rugosidad 3 ($R_3 = 0.08$) el valor del ángulo de fricción suelo-concreto ($\delta' = 25^\circ$) es menor en 14% a la correlación de $\delta' = 2/3 \phi'$ ($\delta' = 29^\circ$) y excede en 9% a la correlación $\delta' = 1/2 \phi'$ ($\delta' = 22^\circ$).

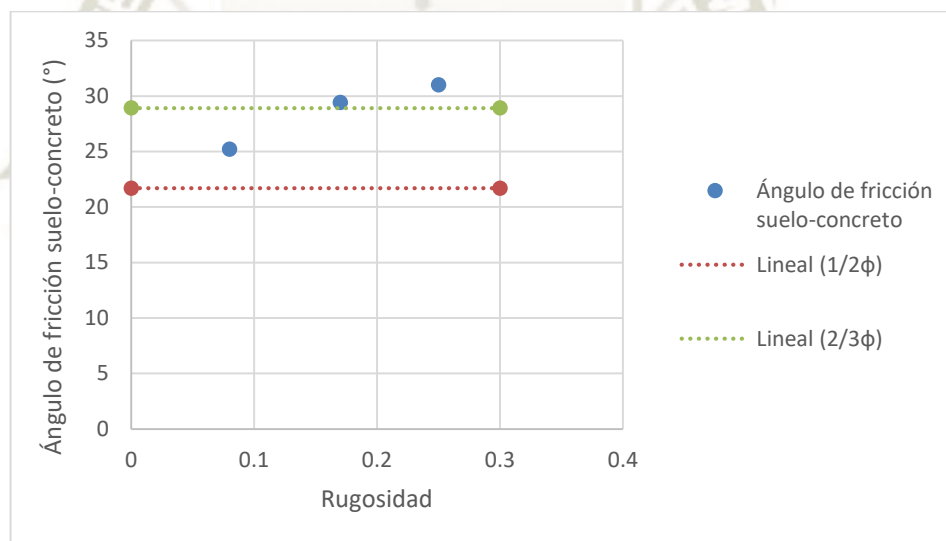


Ilustración 33 Ángulo de fricción suelo-concreto δ' de acuerdo a las rugosidades estudiadas para un suelo puzolánico de Cerro Colorado.
Fuente: Elaboración propia.

En Ilustración 33 se puede observar que solo si la rugosidad fuera de 0.17 se tendría que usar $\delta' = 2/3 \phi'$ ($\delta' = 29^\circ$), en otros casos se debe realizar el estudio correspondiente.

4.5.1. Coeficientes de relación δ'/ϕ'

Los coeficientes teóricos (1/2, 2/3) que se presentan, muestran la relación que se obtiene de dividir δ'/ϕ' . Esta última es una relación empleada habitualmente en geotecnia para estimar el valor de δ' que es utilizado para el dimensionamiento de muchas obras de ingeniería. Así, el valor máximo que puede obtener el ángulo de fricción suelo-concreto es el mismo que el del ángulo de fricción interna suelo-suelo ($\delta'/\phi' \leq 1$).

De esta manera se proponen nuevos coeficientes hallados experimentalmente para el cálculo del ángulo de fricción suelo-concreto (δ') en las distintas rugosidades estudiadas. Los cuales se observan en la siguiente tabla:

Tabla 21
Coeficientes propuestos para δ'/ϕ' en las rugosidades estudiadas.

RUGOSIDAD	δ'	ϕ'	δ' / ϕ'	δ'/ϕ' promedio
Rugosidad 1 ($R_1 = 0.25$)	31°	43°	0.71	0.71
	32°		0.74	
	32°		0.74	
	31°		0.71	
	29°		0.67	
Rugosidad 2 ($R_2 = 0.17$)	29°		0.67	0.67
	30°		0.69	
	28°		0.65	
	31°		0.71	
	29°		0.67	
Rugosidad 3 ($R_3 = 0.08$)	26°		0.60	0.58
	24°		0.55	
	26°		0.60	
	24°		0.55	
	26°		0.60	

Fuente: Elaboración propia

Para entender la escala de la rugosidad se realizó un estudio en base al coeficiente de rozamiento μ , el cual fue hallado con el ensayo de “Determinación del

coeficiente de resistencia al deslizamiento en el pavimento con péndulo británico” que se rige en la norma MTC E 1004 y detallado en el Anexo E.

Tabla 22
Coeficiente de fricción (μ) para diferentes rugosidades

	COEFICIENTE DE FRICCIÓN (μ)
Encofrado metálico	0.59
Encofrado de madera	0.68
Rugosidad 0.25	0.67
Rugosidad 0.08	0.61

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 22 se puede observar que:

- La rugosidad de un encofrado metálico nos da un coeficiente de fricción de 0.59, el más bajo comprado con los demás.
- La rugosidad 3, la menor estudiada de 0.08, da un coeficiente de fricción de 0.61, la cual es 0.2 mayor que el valor del encofrado metálico ($\mu = 0.59$) y 0.7 mayor al valor del encofrado de madera ($\mu = 0.68$).
- La rugosidad 1, la mayor estudiada de 0.25, da un coeficiente de fricción de 0.67, la cual difiere tan solo en 0.1 con el valor del encofrado de manera.

4.6. APLICACIÓN

Para la aplicación, se diseñó un muro de contención tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Se tomó un ángulo de fricción interna $\phi' = 43^\circ$ porque el suelo de estudio está en estado de compactación
- Se realizó un diseño por cada valor usualmente usados: $\delta' = 1/2\phi'$, $\delta' = 2/3\phi'$, utilizando el método de Rankine para el cálculo de los coeficientes de los empujes.
- Se realizó un diseño por cada coeficiente δ'/ϕ' hallado: $\delta'/\phi'' = 0.71$, $\delta'/\phi' = 0.67$ y $\delta'/\phi' = 0.58$ para la rugosidad 1 ($R_1 = 0.25$), rugosidad 2 ($R_2 = 0.17$) y rugosidad 3 ($R_3 = 0.08$) respectivamente; utilizando método de Coulomb para el cálculo de los coeficientes de los empujes.

- En los diseños en los cuales se utilizó el método de Rankine se tomó en cuenta un encofrado metálico como normalmente se usa en la práctica.
- En los diseños en los cuales se utilizó el método de Coulomb por tener rugosidades diferentes a los de los encofrados habituales (madera y metálico) se utilizó un encofrado personalizado el cual debe poseer la rugosidad propuesta.

Tabla 23
Resumen de las especificaciones en el diseño de muro de contención .

DISEÑO	COEFICIENTE δ'/ϕ'	MÉTODO PARA EL CÁLCULO DE EMPUJES
1	1/2	Rankine
2	2/3	Rankine
3	0.58	Coulomb
4	0.67	Coulomb
5	0.71	Coulomb

Fuente: Elaboración propia

4.6.1. DISEÑOS DE MUROS DE CONTENCIÓN

Para el diseño del muro se tomó en cuenta que el suelo de fundación y de relleno es puzolana y tienen las siguientes propiedades:

Tabla 24
Propiedades del suelo y de los materiales a usar para el diseño

Ángulo de fricción suelo fundación	$\phi' n$	35 °
Peso específico suelo fundación	γn	1.26 g/cm ³
Cohesión suelo fundación	$c' n$	0.00 kgf/cm ²
Ángulo de fricción suelo de relleno	$\phi' r$	43 °
Peso específico suelo de relleno	γr	1.39 g/cm ³
Cohesión suelo de relleno	$c' r$	0.00 kgf/cm ²
Profundidad de desplante	Df	1.20 m
Capacidad última	qu	5.04 kgf/cm ²
Zona		3
Factor de zona	z	0.35 g
Resistencia a la compresión	$f'c$	210 kgf/cm ²
Fluencia del acero	f_y	4200 kgf/cm ²
Peso específico del concreto	γc	2400 kg/m ³
Sobrecarga	s/c	0.5 tnf/m ²

Fuente: Elaboración propia

El análisis de estabilidad y las dimensiones de los diseños son resumidas en la siguiente tabla; las cuales están detalladas en el Anexo F.

De la misma manera los presupuestos y el análisis de sus costos unitarios pueden ser encontrados en el Anexo G.

Tabla 25
Resumen de los diferentes diseños realizados con las diferentes rugosidades.

			DISEÑO 1	DISEÑO 2	DISEÑO 3	DISEÑO 4	DISEÑO 5
Ángulo de fricción suelo-concreto	δ'		$\delta' = 1/2 \phi'$ 22°	$\delta' = 2/3 \phi'$ 29°	$\delta' = 0.58 \phi'$ 25°	$\delta' = 0.67 \phi'$ 29°	$\delta' = 0.71 \phi'$ 31°
DIMENSIONAMIENTO							
Altura total	Ht	m	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20
Altura de zapata	Hz	m	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Base	B	m	2.40	2.40	2.30	1.90	1.90
Pie	P	m	0.65	0.70	0.60	0.60	0.50
Corona	t1	m	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Base de pantalla	t2	m	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Talón	T	m	1.35	1.30	1.30	0.90	1.00
Altura de dentellon	Hd	m	0.45	0.45	-	-	-
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD							
ESTÁTICO							
Coeficiente Activo	Ka		0.189	0.189	0.175	0.176	0.177
Fuerza Activa	Fa	tnf/m	2.71	2.71	2.28	2.22	2.19
Fuerza de Roce	Fr	tnf/m	4.24	5.68	5.22	5.02	5.65
M. de volcamiento	Mv	tnf*m/m	4.08	4.08	3.43	3.34	3.30
M. estabilizante	Me	tnf*m/m	19.17	19.02	20.14	14.32	14.68
F. S. de deslizamiento	Fsd	≥ 1.5	1.56	2.09	2.29	2.26	2.58
F. S. de volteo	Fsv	≥ 1.5	4.70	4.66	5.88	4.29	4.46
DINÁMICO							
Coeficiente Activo Dinámico	Kas		0.29	0.29	0.29	0.30	0.30
Fuerza Activa	Fa	tnf/m	4.37	4.46	4.05	3.92	3.90
Fuerza de Roce	Fr	tnf/m	11.46	13.45	5.12	5.01	5.64
M. de volcamiento	Mv	tnf*m/m	7.54	7.80	7.22	7.13	7.10
M. estabilizante	Me	tnf*m/m	18.00	17.88	19.91	14.50	14.88
F. S. de deslizamiento	Fsd	≥ 1.25	2.62	3.02	1.26	1.28	1.45
F. S. de volteo	Fsv	≥ 1.25	2.39	2.29	2.76	2.03	2.10
COSTOS							
Costo directo		s/.	266 759.49	266 397.36	286 932.83	274 336.34	277 271.45

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se puede observar que:

- Considerando la misma altura para todos los diseños, las demás dimensiones del muro van variando por efecto de la rugosidad, ya que esta minimiza los valores de los empujes del suelo.
- Los dos primeros diseños en los que se usó el método de Rankine el cual no toma en cuenta el valor de la rugosidad tienen mayores dimensiones que las que los diseños que lo consideran; sin embargo, los costos de estos son menores debido principalmente al encofrado, ya que los encofrados personalizados tienen un mayor costo.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se determinó que los parámetros de rozamiento (ángulo de fricción y cohesión) en la interacción puzolana–concreto con el uso de distintas rugosidades en su superficie vienen a ser, para los valores del ángulo de fricción obtenidos por medio de ensayos de corte directo $\delta' = 31^\circ$, $\delta' = 29^\circ$ y $\delta' = 25^\circ$ mientras que los hallados teóricamente a partir de correlaciones conocidas fueron $\delta' = 29^\circ$ y $\delta' = 22^\circ$ ($\delta' = 2/3 \phi'$ y $\delta' = 1/2 \phi'$ respectivamente); por otro lado, el valor de la cohesión es nula, $c' = 0$.
- Se definió que el método a utilizar para la obtención de la rugosidad en la superficie de los bloques fue el método matemático, en el cual se generaron irregularidades mediante el uso de agujas; de esta manera se obtuvo tres valores de rugosidad, los cuales son $R_1 = 0.25$, $R_2 = 0.17$ y $R_3 = 0.08$.
- En la rugosidad 1 ($R_1 = 0.25$) el valor del ángulo de fricción suelo-concreto es de 31° el cual excede en 7% y 35% al de las correlaciones de $\delta' = 2/3 \phi'$ (22°) y $\delta' = 1/2 \phi'$ (29°) respectivamente.
- En la rugosidad 2 ($R_2 = 0.17$) el valor del ángulo de fricción suelo-concreto es de 29° el cual excede en 26% al de la correlación de $\delta' = 1/2 \phi'$ (22°) y se iguala a la correlación de $\delta' = 2/3 \phi'$ (29°).
- En la rugosidad 3 ($R_3 = 0.08$) el valor del ángulo de fricción suelo-concreto es de 25° el cual es menor a la correlación $\delta' = 2/3 \phi'$ (29°) y excede en 9% al de la correlación de $\delta' = 1/2 \phi'$ (22°).
- El efecto de la rugosidad del concreto en el ángulo de fricción en la interacción puzolana–concreto es significativo, ya que su valor aumenta a medida que aumenta el valor de la rugosidad.
- Se determinó las características de las dos muestras en estudio mediante las cuales se verificó que se trata de un mismo estrato, el cual está clasificado por el SUCS y por el AASHTO como una arena limosa, con nomenclaturas SM y A-2-4 (0) respectivamente, posee un contenido de

humedad 1.0%, un peso específico natural de 1.35 g/cm^3 , y una densidad seca máxima de 1.39 g/cm^3 obtenido a un contenido de humedad óptimo de 20.3%.

- Se determinó que la velocidad óptima utilizada en el suelo puzolánico considerada como una arena limosa fue de 0.4 mm/min , la cual fue obtenida mediante un análisis empírico realizando diversos ensayos de corte directo.
- La velocidad del ensayo de corte directo influye en los valores de la cohesión, más no genera influencia en los valores del ángulo.
- El ángulo de fricción interno para la puzolana de estudio en estado denso es de 43° , ya que el suelo será utilizado como material de relleno compactado como aplicación en el diseño de un muro de contención.
- A partir de esta investigación se llegaron a obtener dos nuevos coeficientes que relacionan el ángulo de fricción suelo-concreto con el ángulo de fricción interna de suelo de estudio (δ'/ϕ') dependiendo de la rugosidad del concreto; siendo para una rugosidad de 0.25 un coeficiente de $\delta'/\phi' = 0.71$, para una rugosidad de 0.17 un coeficiente de $(\delta'/\phi') = 0.67$ y para una rugosidad de 0.08 un coeficiente de $\delta'/\phi' = 0.58$.
- Los diseños realizados mediante correlaciones consideran un criterio más conservativo, lo que lleva a estructuras con dimensiones mayores a las requeridas; sin embargo, se considera que está a favor de la seguridad.
- En la aplicación se realizó la comparación de diseños utilizando el método convencional, es decir, haciendo uso de correlaciones y de las fórmulas de Rankine en donde no se considera la rugosidad; y diseños considerando el ángulo de fricción suelo-concreto en sus distintas rugosidades, para lo cual se hizo uso de las fórmulas de Coulomb y los coeficientes de relación de δ'/ϕ' hallados experimentalmente.
- Realizando el análisis de costos para los diseños realizados se obtuvo: para el Diseño 1 ($\delta'/\phi' = 1/2$) el costo es de S/. 266 759.49, para el Diseño 2 ($\delta'/\phi' = 2/3$) el costo es de S/.266 397.36, para el Diseño 3 ($\delta'/\phi' = 0.58$) el costo es de S/.286 932.83, para el Diseño 4 ($\delta'/\phi' = 0.67$) el costo es de S/.274 336.34 y para el Diseño 5 ($\delta'/\phi' = 0.71$) el costo es de S/. 277 271.45.

- Los diseños realizados utilizando correlaciones ($\delta'/\phi' = 1/2$, $\delta'/\phi' = 2/3$) poseen dimensiones más grandes y, por lo tanto, mayores metrados que los diseños haciendo uso de los coeficientes obtenidos experimentalmente ($\delta'/\phi' = 0.58$, $\delta'/\phi' = 0.67$ y $\delta'/\phi' = 0.71$), ya que estos últimos se considera el aporte de la rugosidad del concreto para la estabilidad.
- En los Diseño 3 y 4 ($\delta'/\phi' = 0.58$ y $\delta'/\phi' = 0.67$ respectivamente) se obtiene menores metrados al de las correlaciones, de tal forma que se ahorra en el costo de la mayoría de partidas; sin embargo, a la hora de considerar el costo del encofrado personalizado con una rugosidad específica el costo se eleva sobrepasando incluso a los obtenidos por las correlaciones; por lo tanto, consideramos que es más factible realizar los diseños de muros de contención con los encofrados que existe en el mercado y a su vez, se recomienda realizar los diseños haciendo uso de las correlaciones por ser diseños más conservadores a favor de la seguridad.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más estudios de la interacción suelo-concreto en distintos tipos de suelo, de tal manera que se pueda comparar los parámetros de fricción usados normalmente en la práctica con aquellos hallado experimentalmente y ver su influencia en los diseños de obras geotécnicas.
- Se recomienda analizar el efecto de la rugosidad en el concreto y su interacción en suelos que posean una cohesión significativa para ver su influencia en los parámetros de fricción.
- Ya que se ha verificado que los valores de los ángulos de fricción entre la puzolana-concreto δ' hallados experimentalmente son cercanos a los hallados mediante correlaciones, se recomienda hacer uso de los segundos en los diseños en los que no se tengan claros los valores de rugosidad del concreto.
- Si se quisiera trabajar con gran exactitud ya sea para fines de investigación o demás solo se podría utilizar la correlación de $\delta' = 2/3\phi'$ en el caso de tener una rugosidad de 0.17, en otros casos se deberían realizar los ensayos de corte directo correspondientes para cada caso.
- Para fines de investigación en los que se haga uso de un talud de gran longitud se recomienda realizar más de un muestreo para verificar que el suelo tenga las mismas características como aparenta.
- Antes de empezar a realizar los diferentes ensayos de suelos, se debe revisar que estén correctamente calibrados para no obtener resultados erróneos.
- Para el ensayo de contenido de humedad se recomienda transportar la muestra inalterada adecuadamente en una bolsa hermética para evitar pérdidas de humedad.
- Para el ensayo de densidad por el método de la parafina se debe tener especial cuidado al colocar la parafina en la muestra de suelo ya que si se encuentra muy caliente, la muestra de suelo puede llegar a absorber la

parafina alterando las características del suelo como su masa o volumen dando resultado erróneos.

- Para el ensayo de compactación se debe tener cuidado las humedades a utilizar, ya que es un factor importante, por ello se recomienda tener por lo menos dos valores de humedad y de esta forma sacar un promedio y tener datos más exactos.
- Para el ensayo de corte directo se recomienda realizar el ensayo con más de tres cargas para obtener una mejor tendencia en la gráfica de envolventes y hallar con mejor precisión el ángulo de fricción y la cohesión si hubiere.
- Se recomienda realizar más investigación en lo referente a la rugosidad que posee los materiales usados usualmente como encofrados en vaciados de concretos.
- Se recomienda realizar más investigaciones sobre comportamiento de los suelos en su interacción con distintos materiales utilizados en proyectos de construcción, como geotextiles, geomallas, tuberías, entre otros.
- La velocidad en el ensayo de corte directo es uno de los factores determinantes para el cálculo del ángulo de fricción en los ensayos de corte, por lo que se recomienda hacer más investigaciones sobre la influencia que tiene esta velocidad en los parámetros de fricción con diversos tipos de suelos en diferentes intervalos de velocidad.
- Se recomienda utilizar vaselina como lubricante para encofrados de moldes pequeños, como los usados en los bloques de concreto de esta investigación.
- Se recomienda hacer análisis para observar el efecto al considerar la rugosidad en el diseño de muros de contención con alturas más elevadas a los cuatro metros utilizados en esta investigación.
- En el caso que se realicen diseños haciendo uso de coeficientes para una rugosidad específica se recomienda tener este dato controlado verificando que el concreto posea dicha rugosidad en obra, ya que en este tipo de diseños considerar datos más exactos.

LISTA DE REFERENCIAS

- Aburto, M. y Rodriguez D. (2012) *Caracterización de la resistencia de un material de banco para su uso como relleno compactado*. Mexico
- ASTM C618-19 *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*
- ASTM D 1188 *Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Compacted Bituminous Mixtures Using Paraffin-Coated Specimens*
- ASTM D 2216. *Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock*.
- AYSEN A. (2002) *Soil Mechanics: Basic Concepts and Engineering Applications*. Holanda.
- Berry, P. y Reid, D. (1993). *Mecánica de suelos*. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Díaz, A. y Ramírez J. (2010) *Estudio Geológico-Económico de Rocas y minerales Industriales de Arequipa y Alrededores*. Boletín N°22 Serie B. Geología Económica. Lima, Perú.
- Díaz, A. y Rodríguez, I. (2018) *Potencial, producción y comercio de las rocas y minerales industriales del Perú 1970-2017*. Perú.
- Duncan J. y Wright S. (2005) *Soil strength and slope stability*. United States of America.
- Gerscovich D. (2015). *Estabilidad de Taludes*. 1era edición. Lemoine. Bogotá, Colombia.
- Guerra, J. (2018) *Mecánica de suelos. Conceptos básicos y aplicaciones*. España

- Grupo Tecnología Mecánica GTM (s.f.) *Rugosidad Superficial-Proceso de fabricación*. Recuperado de <http://www3.fi.mdp.edu.ar/tecnologia/archivos/TecFab/10.pdf>
- Jara, G. y Fort, L. (2009) *Evaluación de la fricción superficial entre suelos y materiales compuestos. Revista de la construcción Vol. 8 N°1 -2009*.
- Juárez E. y Rico A. (1999) *Mecánica de suelos. Fundamentos de la mecánica de suelos*. Tomo 1. México D.F.
- Montoya, G. (2013). *Parámetros de resistencia al corte en la interfaz suelo concreto (Tesis de pregrado)*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- MTC E 107(2016). *Análisis granulométrico de suelos por tamizado*. Perú.
- MTC E 108 (2016) *Determinación del contenido de humedad de un suelo*.
- MTC E 113 (2016) *Método de ensayo estándar para la gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua*.
- MTC E 115 (2016). *Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía estándar (Próctor estándar)*. Perú.
- MTC E 1004 (2016) *Determinación del coeficiente de resistencia al deslizamiento en el pavimento con péndulo británico*. Perú
- NTP 339.131 SUELOS. *Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas de un suelo*.
- Pineda, J. y Colmenares, J. (2011). *Peak and residual shear strength parameters of soft clay-concrete interfaces*. [Parámetros de Resistencia al corte pico y residual en la interfaz de arcilla blanda – concreto] *Geotechnical Conference 2011Pan-Am CGS*. Bogotá, Colombia.

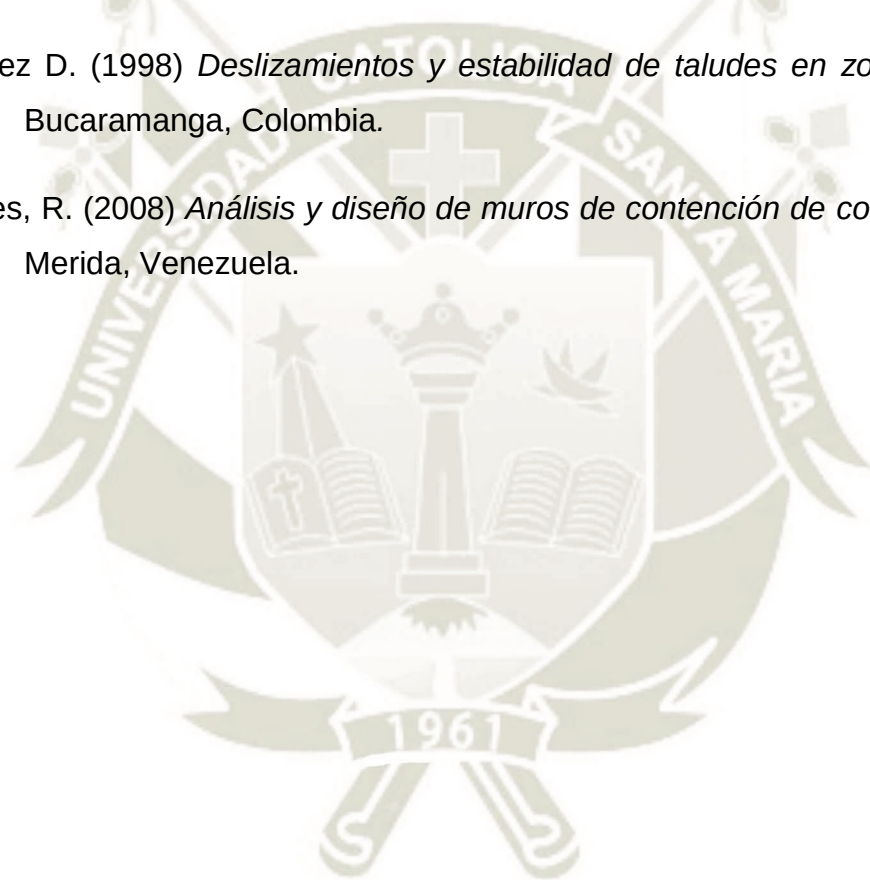
Salazar, A. (s.f.) *¿QUÉ ES UNA PUZOLANA?* Recuperado de <http://www.ecoingenieria.org/docs/Puzolanas.pdf>

Santos, P. y Júlio, E. (2013). *A state of the art review on roughness quantification methods for concrete surfaces. En Construction and Building Materials.*

Suárez, A. y Urgiles, M. (2010) *Caracterización de la ceniza volcánica del Tungurahua para la fabricación de un aglomerante Cal-puzolana (Tesis de pregrado).* Universidad de Cuenca, Ecuador.

Suarez D. (1998) *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales.* Bucaramanga, Colombia.

Torres, R. (2008) *Análisis y diseño de muros de contención de concreto armado.* Merida, Venezuela.



ANEXOS



ANEXOS

ANEXO A: CARACTERIZACIÓN DEL SUELO



**CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
PERFIL ESTATIGRÁFICO**

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

CALICATA: Calicata 1

UBICACIÓN:

Cerro Colorado

Profundidad m.		Nivel freático	Leyenda	Estrato Nro.	CLASIFICACIÓN		Descripción
Acumulada	Parcial				SUCS	AASHTO	
	0.10						
	0.20						
	0.30						
	0.40						
	0.50						
	0.60						
	0.70						
	0.80						
	0.90						
	1.00						
	1.10						
	1.20						
	1.30						
	1.40						
	1.50						
	1.60						
	1.70						
	1.80						
	1.90						
	2.00						
	2.10						
	2.20						
	2.30	4.50	-	1	SM	A-2-4(0)	PARTE VISUAL DEL TALUD Suelo de color rosado claro, sin presencia de materia orgánica, sin olor predominante, con predominancia de arena, poca grava y limos; con excavabilidad fácil a media y sin presencia de bolonería.
	2.40						
	2.50						
	2.60						
	2.70						
	2.80						
	2.90						
	3.00						
	3.10						
	3.20						
	3.30						
	3.40						
	3.50						
	3.60						
	3.70						
	3.80						
	3.90						
	4.00						
	4.10						
	4.20						
	4.30						
	4.40						
	4.50						EXCAVACIÓN BAJO EL TALUD Suelo de color rosado claro, sin presencia de materia orgánica, sin olor predominante, con predominancia de arena, poca grava y limos; con excavabilidad fácil a media y sin presencia de bolonería.

FIN DE EXCAVACIÓN

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO PERFIL ESTATIGRÁFICO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

CALICATA: Calicata 2

UBICACIÓN: Cerro Colorado

Profundidad m.		Nivel freático	Leyenda	Estrato Nro.	CLASIFICACIÓN		Descripción
Acumulada	Parcial				SUCS	AASHTO	
0.10							PARTE VISUAL DEL TALUD Suelo de color rosado claro, sin presencia de materia orgánica, sin olor predominante, con predominancia de arena, poca grava y limos; con excavabilidad fácil a media y sin presencia de bolonería.
0.20							
0.30							
0.40							
0.50							
0.60							
0.70							
0.80							
0.90							
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50							
1.60							
1.70							
1.80							
1.90							
2.00							
2.10				1	SM	A-2-4(0)	
2.20							
2.30	4.30	-					
2.40							
2.50							
2.60							
2.70							
2.80							
2.90							
3.00							
3.10							
3.20							
3.30							
3.40							
3.50							
3.60							
3.70							
3.80							
3.90							
4.00							
4.10							
4.20							
4.30							
4.40							
4.50							EXCAVACIÓN BAJO EL TALUD Suelo de color rosado claro, sin presencia de materia orgánica, sin olor predominante, con predominancia de arena, poca grava y limos; con excavabilidad fácil a media y sin presencia de bolonería.

FIN DE EXCAVACIÓN

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NOMBRE DE TESIS: “Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

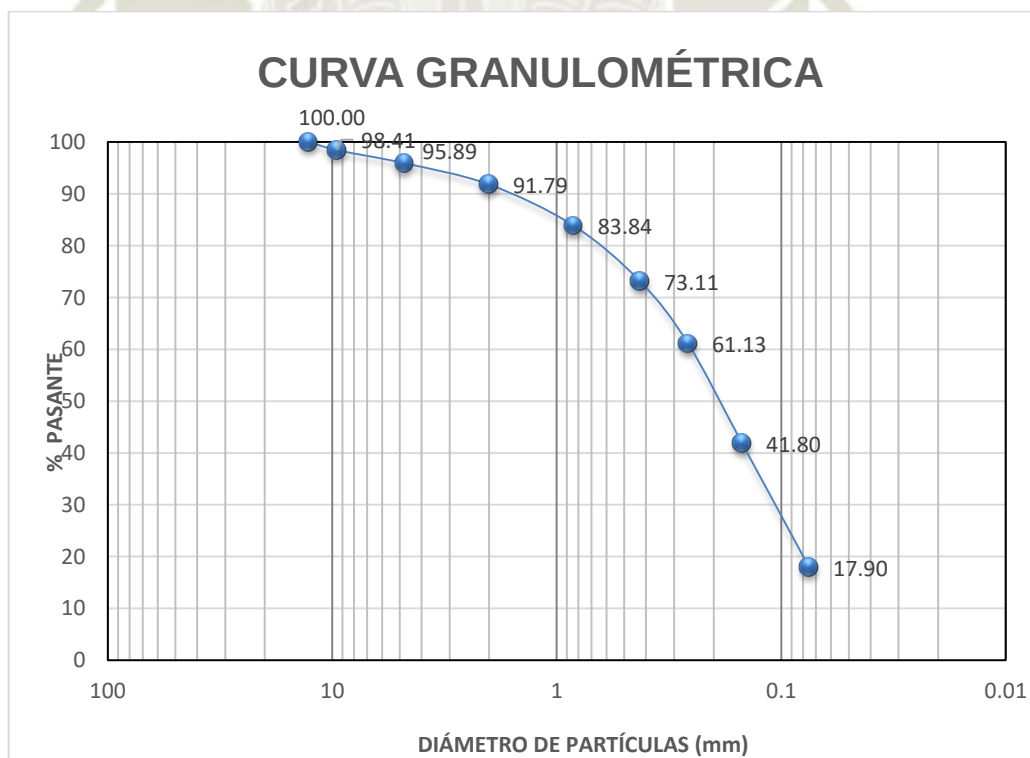
CALICATA: Calicata 1 **UBICACIÓN:** Cerro Colorado

ENSAYO: Ensayo 1

N° DE MALLA	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
3"	75				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19				
1/2"	12.7				100.00
3/8"	9.5	9.5	1.59	1.59	98.41
#4	4.76	15	2.51	4.11	95.89
#10	2	24.5	4.11	8.21	91.79
#20	0.84	47.4	7.95	16.16	83.84
#40	0.425	64	10.73	26.89	73.11
#60	0.26	71.5	11.98	38.87	61.13
#100	0.149	115.3	19.33	58.20	41.80
#200	0.075	142.6	23.90	82.10	17.90
FONDO		106.8	17.90	100.00	0.00
		596.6	100.00	336.12	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
PESO INICIAL	600 g
GRAVA	4.11 %
ARENA	77.99 %
FINOS	17.90 %
LL	NP
LP	NP
IP	NP

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS	SM
AASHTO	A-2-4(0)



Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NOMBRE DE TESIS: “Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

CALICATA: Calicata 1 **UBICACIÓN:** Cerro Colorado

ENSAYO: Ensayo 2

N° DE MALLA	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
3"	75				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19				
1/2"	12.7				100.00
3/8"	9.5	9	1.51	1.51	98.49
#4	4.76	13	2.18	3.70	96.30
#10	2	26	4.37	8.07	91.93
#20	0.84	46.5	7.82	15.88	84.12
#40	0.425	68	11.43	27.31	72.69
#60	0.26	69	11.60	38.91	61.09
#100	0.149	114.5	19.24	58.15	41.85
#200	0.075	135.5	22.77	80.92	19.08
FONDO		113.5	19.08	100.00	0.00
		595	100.00	334.45	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

PESO : 600 g
INICIAL

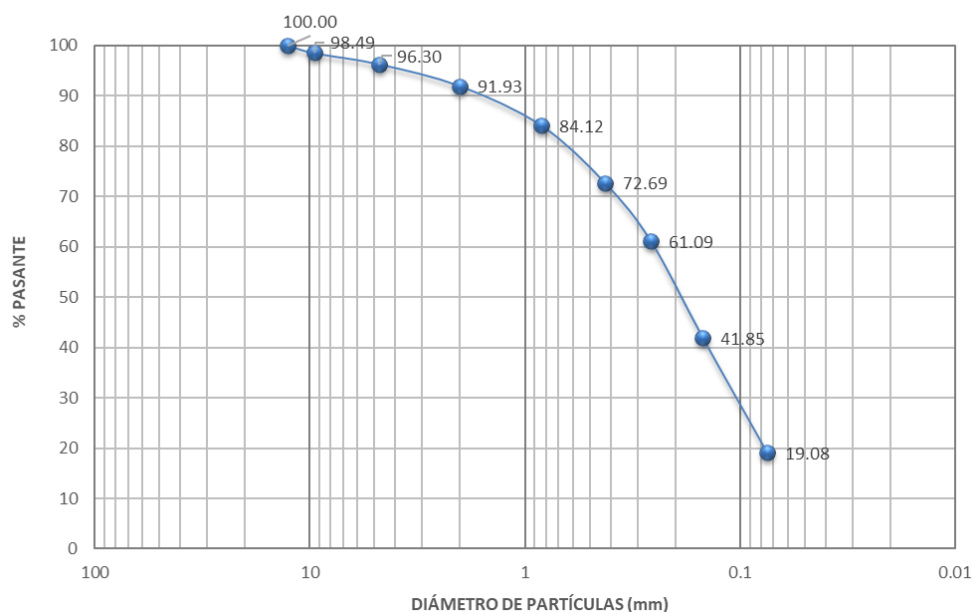
GRAVA : 3.70 %
ARENA : 77.23 %
FINOS : 19.08 %

LL : NP
LP : NP
IP : NP

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS : SM
AASHTO : A-2-4(0)

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales
NOMBRE DE TESIS: en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

CALICATA: Calicata 1 **UBICACIÓN:** Cerro Colorado
ENSAYO: Ensayo 3

N° DE MALLA	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
3"	75				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19				
1/2"	12.7				100.00
3/8"	9.5	6.8	1.14	1.14	98.86
#4	4.76	13.9	2.33	3.48	96.52
#10	2	29.4	4.94	8.42	91.58
#20	0.84	47.5	7.98	16.40	83.60
#40	0.425	67.6	11.36	27.75	72.25
#60	0.26	82.2	13.81	41.56	58.44
#100	0.149	113.6	19.08	60.64	39.36
#200	0.075	125.6	21.10	81.74	18.26
FONDO		108.7	18.26	100.00	0.00
		595.3	100.00	341.12	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

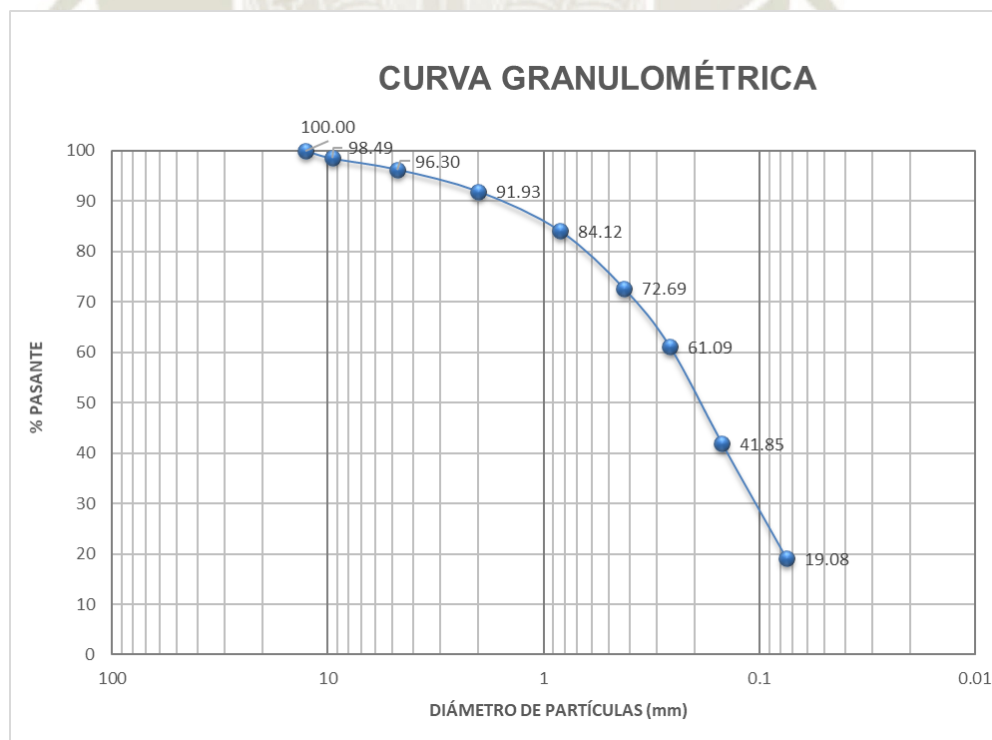
PESO : 600 g
INICIAL

GRAVA : 3.48 %
ARENA : 78.26 %
FINOS : 18.26 %

LL : NP
LP : NP
IP : NP

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS : SM
AASHTO : A-2-4(0)



Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 2	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 1		

N° DE MALLA	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
3"	75					PESO : 600 g
2"	50.8					INICIAL
1 1/2"	38.1					
1"	25.4					
3/4"	19					
1/2"	12.7				100.00	
3/8"	9.5	3.3	0.55	0.55	99.45	
#4	4.76	9.0	1.51	2.06	97.94	
#10	2	27.5	4.61	6.67	93.33	
#20	0.84	48.0	8.04	14.71	85.29	
#40	0.425	68.5	11.48	26.19	73.81	
#60	0.26	71.2	11.93	38.12	61.88	
#100	0.149	116.4	19.50	57.62	42.38	
#200	0.075	146.4	24.53	82.15	17.85	
FONDO		106.5	17.85	100.00	0.00	
		596.8	100.00	328.08		

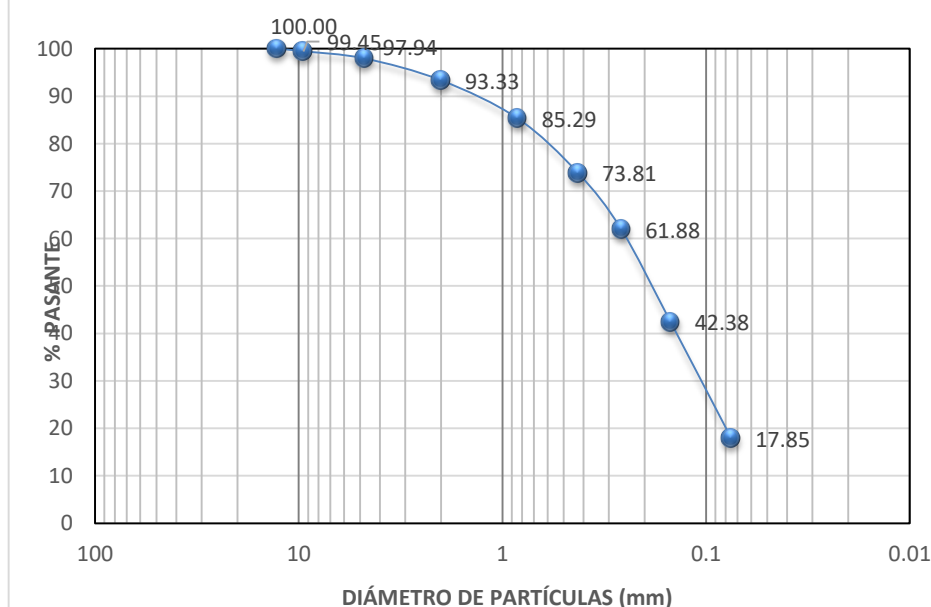
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

PESO :	600 g
INICIAL	
GRAVA :	2.06 %
ARENA :	80.09 %
FINOS :	17.85 %
LL :	NP
LP :	NP
IP :	NP

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS :	SM
AASHTO :	A-2-4(0)

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NOMBRE DE TESIS: “Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

CALICATA: Calicata 2 **UBICACIÓN:** Cerro Colorado

ENSAYO: Ensayo 2

Nº DE MALLA	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
3"	75				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19				
1/2"	12.7				100.00
3/8"	9.5	6.0	1.01	1.01	98.99
#4	4.76	14.0	2.35	3.36	96.64
#10	2	30.5	5.12	8.48	91.52
#20	0.84	48.5	8.14	16.62	83.38
#40	0.425	66.5	11.16	27.78	72.22
#60	0.26	75.3	12.64	40.42	59.58
#100	0.149	117.4	19.71	60.13	39.87
#200	0.075	130.0	21.82	81.95	18.05
FONDO		107.5	18.05	100.00	0.00
		595.7	100.00	339.75	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

PESO : 600 g
INICIAL

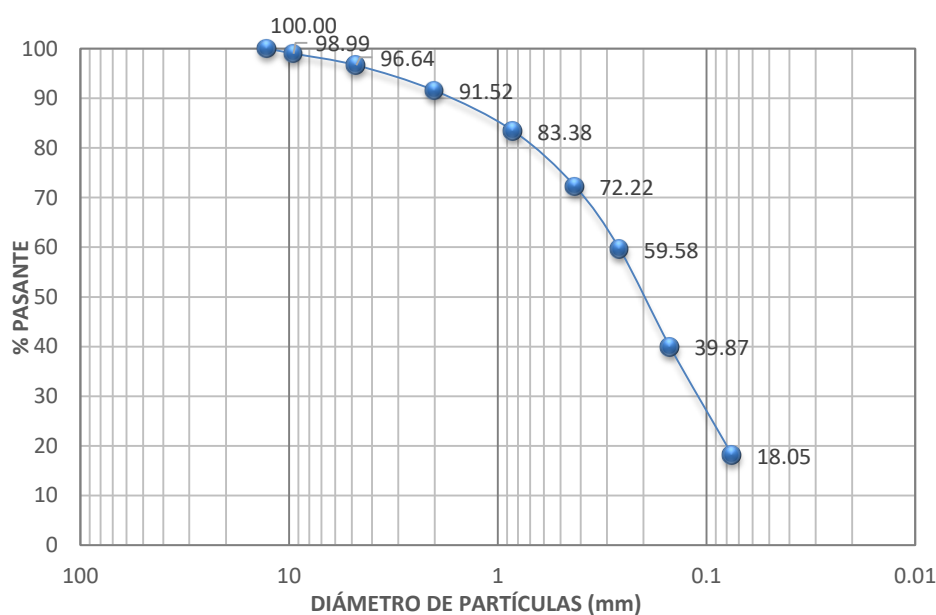
GRAVA : 3.36 %
ARENA : 78.60 %
FINOS : 18.05 %

LL : NP
LP : NP
IP : NP

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS : SM
AASHTO : A-2-4

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NOMBRE DE TESIS: “Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

CALICATA: Calicata 2 **UBICACIÓN:** Cerro Colorado

ENSAYO: Ensayo 3

N° DE MALLA	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
3"	75					PESO : 600 g
2"	50.8					INICIAL
1 1/2"	38.1					
1"	25.4					
3/4"	19					
1/2"	12.7				100.00	
3/8"	9.5	4.0	0.67	0.67	99.33	
#4	4.76	13.3	2.23	2.90	97.10	
#10	2	28.8	4.83	7.73	92.27	
#20	0.84	46.1	7.73	15.47	84.53	
#40	0.425	63.4	10.64	26.10	73.90	
#60	0.26	68.4	11.47	37.58	62.42	
#100	0.149	109.0	18.29	55.86	44.14	
#200	0.075	155.0	26.00	81.87	18.13	
FONDO		108.1	18.13	100.00	0.00	
		596.1	100.00	328.18		

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

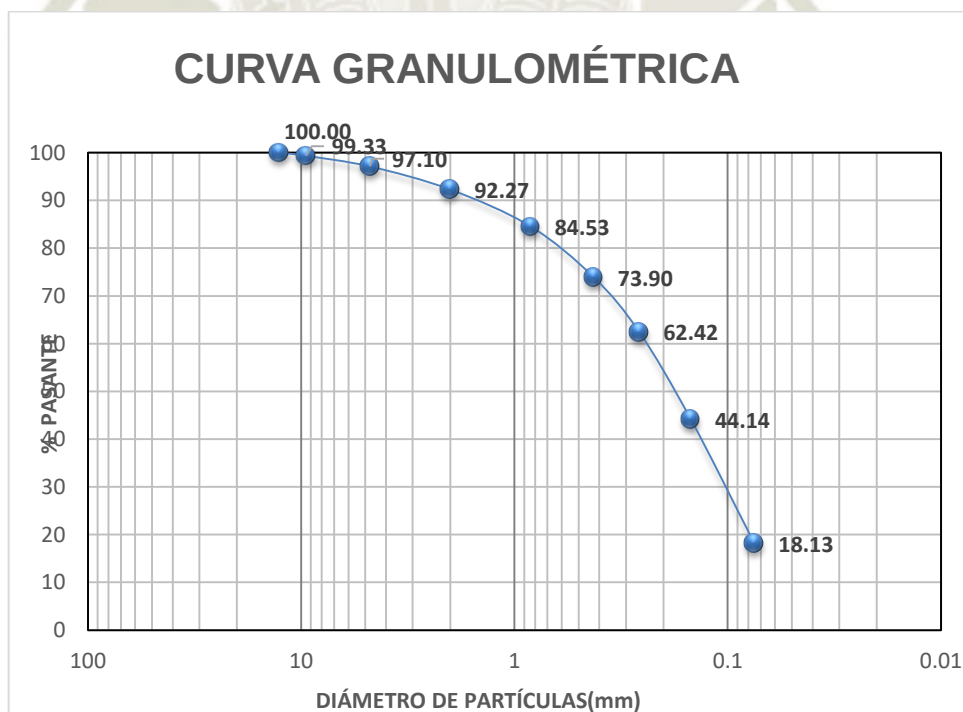
PESO : 600 g
INICIAL

GRAVA : 2.90 %
ARENA : 78.96 %
FINOS : 18.13 %

LL : NP
LP : NP
IP : NP

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS : SM
AASHTO : A-2-4



Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NOMBRE DE TESIS: “Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

CALICATA: Calicata 1 **UBICACIÓN:** Cerro Colorado

ENSAYO: Ensayo 1

MÁXIMO TAMAÑO DE PARTICULA 3/4"

Muestra : 2500.0 g

PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (g)	2932.1
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (g)	2904.3
PESO DE TARA (g)	432.1
HUMEDAD (%)	1.1

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NOMBRE DE TESIS: “Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

CALICATA: Calicata 1 **UBICACIÓN:** Cerro Colorado

ENSAYO: Ensayo 2

MÁXIMO TAMAÑO DE PARTICULA 3/4"

Muestra : 2501.2 g

PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (g)	2897.9
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (g)	2873.4
PESO DE TARA (g)	396.7
HUMEDAD (%)	1.0

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”	
CALICATA:	Calicata 1	UBICACIÓN: Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 3	

MÁXIMO TAMAÑO DE PARTICULA 3/4"

Muestra : 2505.1 g

PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (g)	2918.6
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (g)	2886.1
PESO DE TARA (g)	413.5
HUMEDAD (%)	1.3

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”	
CALICATA:	Calicata 2	UBICACIÓN: Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 1	

MÁXIMO TAMAÑO DE PARTICULA 3/4"

Muestra : 2510.3 g

PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (g)	2920.8
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (g)	2888.8
PESO DE TARA (g)	410.5
HUMEDAD (%)	1.3

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN PESO ESPECÍFICO - MÉTODO DE LA PARAFINA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 1	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 1		

P.e. de la parafina	$\gamma_p =$	0.8 g/cm ³
Peso de la muestra	$W_m =$	42.8 g
Peso de la muestra mas parafina	$W_{m+p} =$	57.2 g
Volumen de la muestra mas parafina	$V_{m+p} =$	50.00 cm ³
Peso de la parafina	$W_p =$	14.4 g
Volumen de la parafina	$V_p =$	18.00 cm ³
Volumen de la muestra	$V_m =$	32.00 cm ³
Peso especifico	$\gamma_m =$	1.34 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN PESO ESPECÍFICO - MÉTODO DE LA PARAFINA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 1	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 2		

P.e. de la parafina	$\gamma_p =$	0.8 g/cm ³
Peso de la muestra	$W_m =$	64.4 g
Peso de la muestra mas parafina	$W_{m+p} =$	87.4 g
Volumen de la muestra mas parafina	$V_{m+p} =$	75.00 cm ³
Peso de la parafina	$W_p =$	23 g
Volumen de la parafina	$V_p =$	28.75 cm ³
Volumen de la muestra	$V_m =$	46.25 cm ³
Peso especifico	$\gamma_m =$	1.39 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN PESO ESPECÍFICO - MÉTODO DE LA PARAFINA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 1	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 3		

P.e. de la parafina	$\gamma_p =$	0.8 g/cm ³
Peso de la muestra	$W_m =$	67.4 g
Peso de la muestra mas parafina	$W_{m+p} =$	86.7 g
Volumen de la muestra mas parafina	$V_{m+p} =$	75.00 cm ³
Peso de la parafina	$W_p =$	19.3 g
Volumen de la parafina	$V_p =$	24.13 cm ³
Volumen de la muestra	$V_m =$	50.88 cm ³
Peso especifico	$\gamma_m =$	1.32 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN PESO ESPECÍFICO - MÉTODO DE LA PARAFINA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 1	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 4		

P.e. de la parafina	$\gamma_p =$	0.8 g/cm ³
Peso de la muestra	$W_m =$	70.4 g
Peso de la muestra mas parafina	$W_{m+p} =$	91.1 g
Volumen de la muestra mas parafina	$V_{m+p} =$	80.00 cm ³
Peso de la parafina	$W_p =$	20.7 g
Volumen de la parafina	$V_p =$	25.88 cm ³
Volumen de la muestra	$V_m =$	54.13 cm ³
Peso especifico	$\gamma_m =$	1.30 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN PESO ESPECÍFICO - MÉTODO DE LA PARAFINA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 2	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 1		

P.e. de la parafina	$\gamma_p =$	0.8 g/cm ³
Peso de la muestra	$W_m =$	28.5 g
Peso de la muestra mas parafina	$W_{m+p} =$	39.5 g
Volumen de la muestra mas parafina	$V_{m+p} =$	35.00 cm ³
Peso de la parafina	$W_p =$	11 g
Volumen de la parafina	$V_p =$	13.75 cm ³
Volumen de la muestra	$V_m =$	21.25 cm ³
Peso especifico	$\gamma_m =$	1.34 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN PESO ESPECÍFICO - MÉTODO DE LA PARAFINA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 2	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 2		

P.e. de la parafina	$\gamma_p =$	0.8 g/cm ³
Peso de la muestra	$W_m =$	27 g
Peso de la muestra mas parafina	$W_{m+p} =$	35 g
Volumen de la muestra mas parafina	$V_{m+p} =$	30.00 cm ³
Peso de la parafina	$W_p =$	8 g
Volumen de la parafina	$V_p =$	10.00 cm ³
Volumen de la muestra	$V_m =$	20.00 cm ³
Peso especifico	$\gamma_m =$	1.35 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN PESO ESPECÍFICO - MÉTODO DE LA PARAFINA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 2	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 3		

P.e. de la parafina	$\gamma_p =$	0.8 g/cm ³
Peso de la muestra	$W_m =$	44.8 g
Peso de la muestra mas parafina	$W_{m+p} =$	63 g
Volumen de la muestra mas parafina	$V_{m+p} =$	55.00 cm ³
Peso de la parafina	$W_p =$	18.2 g
Volumen de la parafina	$V_p =$	22.75 cm ³
Volumen de la muestra	$V_m =$	32.25 cm ³
Peso especifico	$\gamma_m =$	1.39 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

DETERMINACIÓN PESO ESPECÍFICO - MÉTODO DE LA PARAFINA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 2	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 4		

P.e. de la parafina	$\gamma_p =$	0.8 g/cm ³
Peso de la muestra	$W_m =$	30 g
Peso de la muestra mas parafina	$W_{m+p} =$	43.7 g
Volumen de la muestra mas parafina	$V_{m+p} =$	40.00 cm ³
Peso de la parafina	$W_p =$	13.7 g
Volumen de la parafina	$V_p =$	17.13 cm ³
Volumen de la muestra	$V_m =$	22.88 cm ³
Peso especifico	$\gamma_m =$	1.31 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO GRAVEDAD ESPECÍFICA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 1	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 1		

Peso seco de la muestra	g	78.60
Peso del picnómetro	g	169.48
Peso picnometro + agua	g	669.01
Peso picn.+ suelo + agua	g	710.84
Temperatura	°C	22.1
Peso específico de la muestra	g/cm ³	2.14
Gravedad específica de la muestra		2.137

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO GRAVEDAD ESPECÍFICA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 1	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 2		

Peso seco de la muestra	g	76.95
Peso del picnómetro	g	169.48
Peso picnometro + agua	g	669.01
Peso picn.+ suelo + agua	g	709.99
Temperatura	°C	22.2
Peso específico de la muestra	g/cm ³	2.14
Gravedad específica de la muestra		2.138

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO GRAVEDAD ESPECÍFICA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 1	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 3		

Peso seco de la muestra	g	80.07
Peso del picnómetro	g	169.48
Peso picnometro + agua	g	669.01
Peso picn. + suelo + agua	g	711.62
Temperatura	°C	22.3
Peso específico de la muestra	g/cm ³	2.14
Gravedad específica de la muestra		2.137

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO GRAVEDAD ESPECÍFICA

NOMBRE DE TESIS:	“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”		
CALICATA:	Calicata 2	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 1		

Peso seco de la muestra	g	75.21
Peso del picnómetro	g	169.48
Peso picnometro + agua	g	669.04
Peso picn. + suelo + agua	g	709.12
Temperatura	°C	22.1
Peso específico de la muestra	g/cm ³	2.14
Gravedad específica de la muestra		2.140

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO GRAVEDAD ESPECÍFICA

NOMBRE DE TESIS:	"Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"		
CALICATA:	Calicata 2	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 2		

Peso seco de la muestra	g	79.80
Peso del picnómetro	g	169.48
Peso picnómetro + agua	g	669.03
Peso picn.+ suelo + agua	g	711.49
Temperatura	°C	22.2
Peso específico de la muestra	g/cm ³	2.14

Gravedad específica de la muestra	2.136
-----------------------------------	-------

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO GRAVEDAD ESPECÍFICA

NOMBRE DE TESIS:	"Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"		
CALICATA:	Calicata 2	UBICACIÓN:	Cerro Colorado
ENSAYO:	Ensayo 2		

Peso seco de la muestra	g	79.80
Peso del picnómetro	g	169.48
Peso picnómetro + agua	g	669.03
Peso picn.+ suelo + agua	g	711.49
Temperatura	°C	22.2
Peso específico de la muestra	g/cm ³	2.14

Gravedad específica de la muestra	2.136
-----------------------------------	-------

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO ENSAYO DE COMPACTACIÓN

“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales
en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de
Arequipa”

NOMBRE DE TESIS:
CALICATA:

Calicata 1

UBICACIÓN:

Cerro Colorado

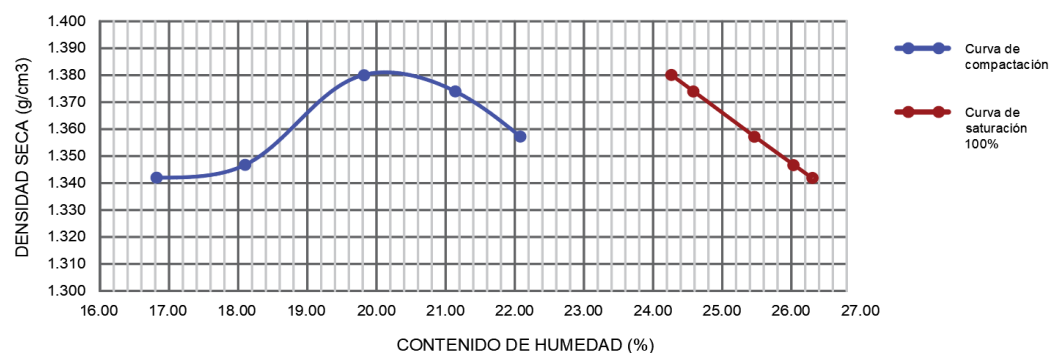
ENSAYO:

Ensayo 1

MUESTRA N°		1		2		3		4		5	
CONTENIDO DE HUMEDAD											
Peso de la tara	g	28.4	26.5	28.4	27.5	27.2	21.7	26.7	28.1	27.6	26.3
Peso de suelo húmedo + tara	g	115.4	126.4	134.3	127.1	117.3	119.7	135.0	132.4	139.4	120.2
Peso de muestra seca + tara	g	102.8	112.1	118.1	111.8	102.3	103.6	116.2	114.1	119.2	103.2
Peso de agua	g	12.6	14.3	16.2	15.3	15.0	16.1	18.8	18.3	20.2	17.0
Peso de suelo seco	g	74.4	85.6	89.7	84.3	75.1	81.9	89.5	86.0	91.6	76.9
Contenido de humedad	%	16.9	16.7	18.1	18.1	20.0	19.7	21.0	21.3	22.1	22.1
PROMEDIO	%	16.8		18.1		19.8		21.1		22.1	
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD											
Contenido de humedad	%	16.82		18.10		19.82		21.14		22.08	
Peso del suelo + molde	g	4897		4918		4976		4986		4979	
Peso del molde	g	3457		3457		3457		3457		3457	
Peso del suelo	g	1441		1462		1520		1530		1523	
Densidad húmeda	g/cm³	1.568		1.590		1.654		1.664		1.657	
Densidad seca	g/cm³	1.3		1.3		1.4		1.4		1.4	

CALICATA 1 - ENSAYO 1

CURVA COMPACTACIÓN - CURVA SATURACIÓN



Densidad seca máxima: 1.38 g/cm³
Contenido de humedad: 20.2 %
Volumen del molde 918.92 cm³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO ENSAYO DE COMPACTACIÓN

NOMBRE DE TESIS:

“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

CALICATA:

Calicata 1

UBICACIÓN:

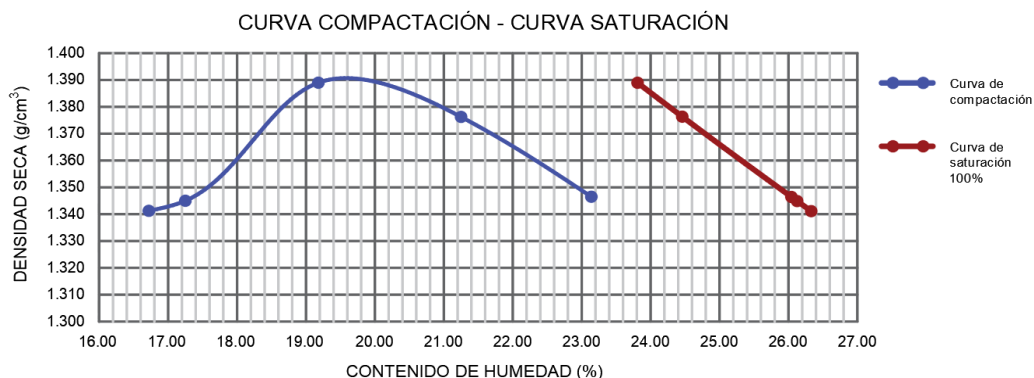
Cerro Colorado

ENSAYO:

Ensayo 2

MUESTRA N°		1		2		3		4		5	
CONTENIDO DE HUMEDAD											
Peso de la tara	g	24.2	23.6	21.5	22.1	28.3	27.0	27.0	26.4	28.5	27.3
Peso de suelo húmedo + tara	g	98.6	104.8	83.0	90.4	104.2	98.4	92.5	103.0	90.0	104.1
Peso de muestra seca + tara	g	88.0	93.1	74.0	80.3	92.0	86.9	81.0	89.6	78.5	89.6
Peso de agua	g	10.6	11.7	9.0	10.1	12.2	11.5	11.5	13.4	11.5	14.5
Peso de suelo seco	g	63.8	69.5	52.5	58.2	63.7	59.9	54.0	63.2	50.0	62.3
Contenido de humedad	%	16.6	16.8	17.1	17.4	19.2	19.2	21.3	21.2	23.0	23.3
PROMEDIO	%	16.72		17.25		19.18		21.25		23.14	
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD											
Contenido de humedad	%	16.72		17.25		19.18		21.25		23.14	
Peso del suelo + molde	g	4895		4906		4978		4990		4980	
Peso del molde	g	3457		3457		3457		3457		3457	
Peso del suelo	g	1439		1449		1521		1534		1524	
Densidad húmeda	g/cm³	1.565		1.577		1.655		1.669		1.658	
Densidad seca	g/cm³	1.3		1.3		1.4		1.4		1.3	

CALICATA 1 - ENSAYO 2



Densidad seca máxima: 1.39 g/cm³
Contenido de humedad: 19.5 %
Volumen del molde 918.92 cm³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO ENSAYO DE COMPACTACIÓN

NOMBRE DE TESIS:

“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales
en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de
Arequipa”

CALICATA:

Calicata 1

UBICACIÓN:

Cerro Colorado

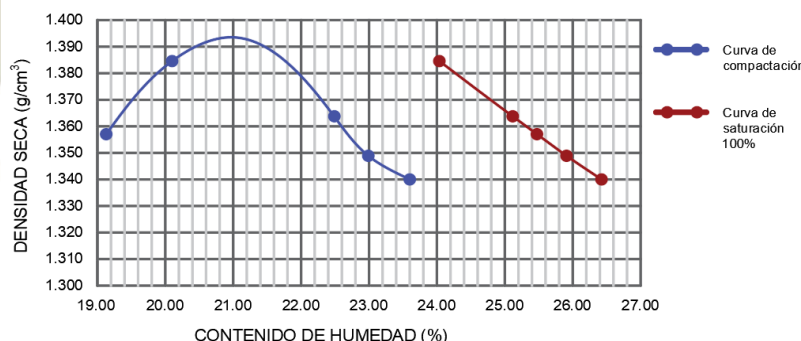
ENSAYO:

Ensayo 3

MUESTRA N°		1	2	3	4	5					
CONTENIDO DE HUMEDAD											
Peso de la tara	g	27.1	27.3	27.5	27.2	27.4	27.2	115.1	115.6	27.1	115.4
Peso de suelo húmedo + tara	g	112.1	121.1	112.8	92.6	171.6	131.5	234.4	245.1	120.3	248.6
Peso de muestra seca + tara	g	98.4	106.1	98.6	81.6	145.2	112.3	212.0	221.0	102.3	223.5
Peso de agua	g	13.7	15.0	14.2	11.0	26.4	19.2	22.4	24.1	18.0	25.1
Peso de suelo seco	g	71.3	78.8	71.1	54.4	117.8	85.1	96.9	105.4	75.2	108.1
Contenido de humedad	%	19.2	19.0	20.0	20.2	22.4	22.6	23.1	22.9	23.9	23.2
PROMEDIO	%	19.13		20.10		22.49		22.99		23.58	
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD											
Contenido de humedad	%	19.13		20.10		22.49		22.99		23.58	
Peso del suelo + molde	g	4942		4985		4992		4981		4978	
Peso del molde	g	3457		3457		3457		3457		3457	
Peso del suelo	g	1486		1528		1535		1525		1521	
Densidad húmeda	g/cm³	1.617		1.663		1.670		1.659		1.655	
Densidad seca	g/cm³	1.4		1.4		1.4		1.3		1.3	

CALICATA 1 - ENSAYO 3

CURVA COMPACTACIÓN - CURVA SATURACIÓN



Densidad seca máxima: 1.39 g/cm³
Contenido de humedad: 20.6 %
Volumen del molde 918.92 cm³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO ENSAYO DE COMPACTACIÓN

“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

NOMBRE DE TESIS:

CALICATA:

Calicata 2

UBICACIÓN:

Cerro Colorado

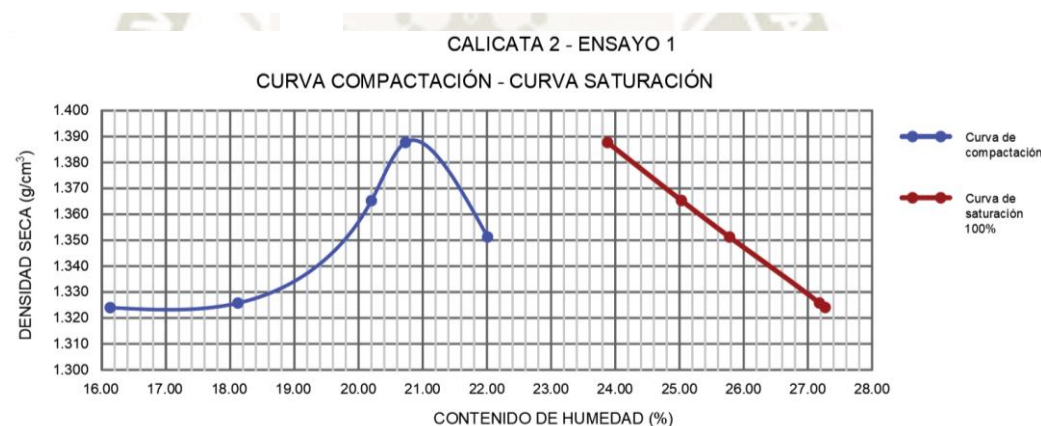
ENSAYO:

Ensayo 1

MUESTRA N°		1	2	3	4	5
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de la tara	g	11.1	11.0	11.1	10.9	10.9
Peso de suelo húmedo + tara	g	31.3	26.8	33.5	52.2	37.8
Peso de muestra seca + tara	g	28.5	24.6	30.1	45.8	33.3
Peso de agua	g	2.8	2.2	3.4	6.4	4.5
Peso de suelo seco	g	17.4	13.6	19.0	34.9	22.4
Contenido de humedad	%	16.1	16.2	17.9	18.3	20.1
PROMEDIO	%	16.1	18.1	20.2	20.7	22.0

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Contenido de humedad	%	16.13	18.12	20.20	20.73	22.01
Peso del suelo + molde	g	5254	5280	5349	5381	5356
Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841	3841
Peso del suelo	g	1413	1439	1508	1540	1515
Densidad húmeda	g/cm ³	1.538	1.566	1.641	1.675	1.649
Densidad seca	g/cm ³	1.32	1.33	1.37	1.39	1.35



Densidad seca máxima: 1.39 g/cm³

Contenido de humedad: 20.7 %

Volumen del molde 918.92 cm³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO ENSAYO DE COMPACTACIÓN

“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

NOMBRE DE TESIS:

CALICATA:

Calicata 2

UBICACIÓN:

Cerro Colorado

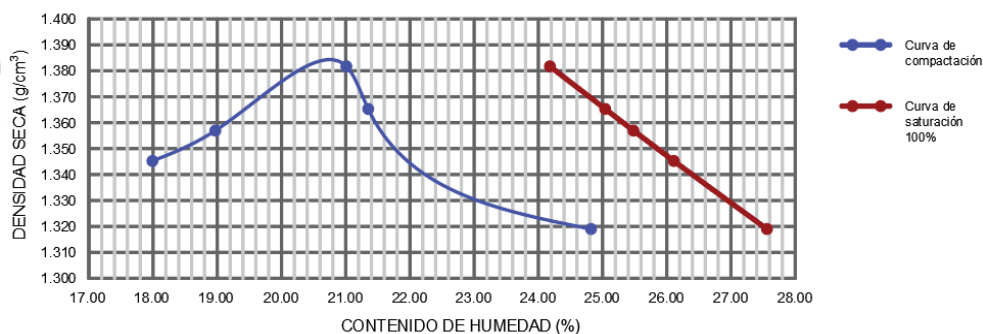
ENSAYO:

Ensayo 2

MUESTRA N°		1		2		3		4		5	
CONTENIDO DE HUMEDAD											
Peso de la tara	g	28.5	27.2	27.5	115.1	29.0	27.4	27.5	28.1	27.5	27.5
Peso de suelo húmedo + tara	g	153.5	132.5	112.5	281.2	118.0	99.7	122.3	112.3	116.5	111.1
Peso de muestra seca + tara	g	134.5	116.4	98.9	254.8	102.6	87.1	105.6	97.5	98.8	94.4
Peso de agua	g	19.0	16.1	13.6	26.4	15.4	12.6	16.7	14.8	17.7	16.7
Peso de suelo seco	g	106.0	89.2	71.4	139.7	73.6	59.7	78.1	69.4	71.3	66.9
Contenido de humedad	%	17.9	18.0	19.0	18.9	20.9	21.1	21.4	21.3	24.8	25.0
PROMEDIO	%	18.0		19.0		21.0		21.4		24.9	
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD											
Contenido de humedad	%	17.99		18.97		21.01		21.35		24.89	
Peso del suelo + molde	g	4915		4940		4993		4979		4970	
Peso del molde	g	3457		3457		3457		3457		3457	
Peso del suelo	g	1459		1484		1537		1523		1513	
Densidad húmeda	g/cm³	1.587		1.614		1.672		1.657		1.647	
Densidad seca	g/cm³	1.35		1.36		1.38		1.37		1.32	

CALICATA 2 - ENSAYO 2

CURVA COMPACTACIÓN - CURVA SATURACIÓN



Densidad seca máxima: 1.38 g/cm³
 Contenido de humedad: 20.9 %
 Volumen del molde: 918.92 cm³

Fuente: Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO ENSAYO DE COMPACTACIÓN

“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

NOMBRE DE TESIS:

CALICATA:

Calicata 2

UBICACIÓN:

Cerro Colorado

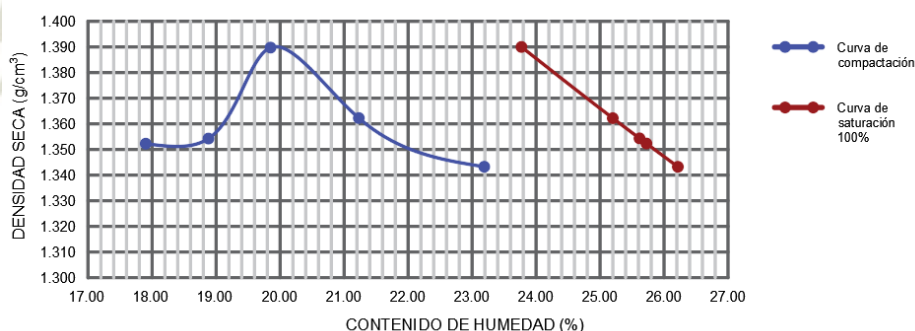
ENSAYO:

Ensayo 3

MUESTRA N°		1		2		3		4		5	
CONTENIDO DE HUMEDAD											
Peso de la tara	g	27.3	27.4	21.7	28.5	28.3	27.0	27.2	28.1	28.9	27.2
Peso de suelo húmedo + tara	g	126.1	114.1	103.7	115.2	183.3	115.8	124.5	126.1	150.8	125.1
Peso de muestra seca + tara	g	111.1	101.2	90.8	101.3	157.8	101.0	107.4	109.0	127.7	106.8
Peso de agua	g	15.0	12.9	12.9	13.9	25.5	14.8	17.1	17.1	23.1	18.3
Peso de suelo seco	g	83.8	73.8	69.1	72.8	129.5	74.0	80.2	80.9	98.8	79.6
Contenido de humedad	%	17.9	17.5	18.7	19.1	19.7	20.0	21.3	21.1	23.4	23.0
PROMEDIO	%	17.7		18.9		19.8		21.2		23.2	
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD											
Contenido de humedad	%	17.69		18.88		19.85		21.23		23.19	
Peso del suelo + molde	g	4919		4936		4987		4974		4977	
Peso del molde	g	3457		3457		3457		3457		3457	
Peso del suelo	g	1463		1480		1531		1518		1521	
Densidad húmeda	g/cm³	1.592		1.610		1.666		1.651		1.655	
Densidad seca	g/cm³	1.35		1.35		1.39		1.36		1.34	

CALICATA 2 - ENSAYO 3

CURVA COMPACTACIÓN - CURVA SATURACIÓN



Densidad seca máxima: 1.39 g/cm³
Contenido de humedad: 19.8 %
Volumen del molde 918.92 cm³

Fuente: Elaboración propia

ANEXO B: MEDICIONES DE “b” PARA EL CÁLCULO DE RUGOSIDADES

RUGOSIDAD 1

PLACA	1	2	3	4	5
Datos de base (mm)	0.49	0.50	0.51	0.50	0.51
	0.51	0.49	0.51	0.50	0.50
	0.49	0.48	0.50	0.49	0.49
	0.51	0.51	0.50	0.52	0.51
	0.50	0.52	0.52	0.51	0.51
	0.50	0.51	0.51	0.50	0.50
	0.52	0.51	0.49	0.50	0.51
	0.51	0.50	0.50	0.49	0.50
	0.49	0.49	0.52	0.50	0.49
	0.52	0.50	0.51	0.50	0.51
	0.51	0.52	0.51	0.50	0.52
	0.50	0.49	0.51	0.51	0.52
	0.50	0.49	0.50	0.50	0.51
	0.49	0.51	0.50	0.50	0.48
	0.50	0.51	0.50	0.49	0.52
Base promedio (mm)	0.50	0.50	0.51	0.50	0.51

Fuente: Elaboración propia

RUGOSIDAD 2

PLACA	1	2	3	4	5
Datos de base (mm)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.69
	0.69	0.70	0.70	0.70	0.70
	0.72	0.71	0.69	0.71	0.71
	0.71	0.72	0.71	0.70	0.70
	0.71	0.70	0.72	0.69	0.70
	0.70	0.70	0.71	0.70	0.71
	0.71	0.71	0.72	0.71	0.71
	0.71	0.70	0.71	0.72	0.69
	0.70	0.70	0.70	0.70	0.71
Base promedio (mm)	0.71	0.70	0.71	0.70	0.70

Fuente: Elaboración propia

RUGOSIDAD 3

PLACA	1	2	3	4	5
Datos de base (mm)	0.89	0.91	0.90	0.90	0.91
	0.90	0.91	0.90	0.91	0.90
	0.90	0.90	0.89	0.91	0.89
	0.91	0.92	0.91	0.90	0.89
Base promedio (mm)	0.90	0.91	0.90	0.91	0.90

Fuente: Elaboración propia



**ANEXO C: CORTE DIRECTO, INTERFAZ SUELO-SUELO CON
DIFERENTES VELOCIDADES**



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

- * AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
- * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
- * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.4 \text{ mm/min}$

Caja	2
Volumen Caja	81.40 m ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso caja+suelo	1880.9 g

yd obtenida	1.390 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	1
Volumen Caja	79.92 m ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso caja+suelo	1943.5 g

yd obtenida	1.385 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	28.00	8.18	0.227
0.10	47.00	13.72	0.381
0.15	59.00	17.23	0.479
0.20	68.00	19.86	0.552
0.25	75.50	22.05	0.612
0.30	82.00	23.94	0.665
0.35	88.00	25.70	0.714
0.40	95.50	27.89	0.775
0.45	101.50	29.64	0.823
0.50	106.50	31.12	0.865
0.55	110.00	32.16	0.893
0.60	113.00	33.05	0.918
0.65	116.00	33.94	0.943
0.70	118.00	34.53	0.959
0.75	120.00	35.12	0.976
0.80	122.00	35.71	0.992
0.85	124.00	36.30	1.008
0.90	125.00	36.60	1.017
0.95	126.50	37.04	1.029
1.00	127.50	37.34	1.037
1.05	128.50	37.64	1.045
1.10	129.00	37.78	1.050
1.15	129.50	37.93	1.054
1.20	130.00	38.08	1.058
1.25	130.50	38.23	1.062
1.30	131.00	38.38	1.066
1.40	132.00	38.67	1.074
1.50	133.20	39.03	1.084
1.60	133.50	39.12	1.087
1.70	133.50	39.12	1.087
1.80	134.00	39.26	1.091
1.90	134.00	39.26	1.091
2.00	134.00	39.26	1.091
2.10	134.00	39.26	1.091
2.20	134.00	39.26	1.091

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	38.00	11.10	0.308
0.10	62.00	18.10	0.503
0.15	81.00	23.65	0.657
0.20	96.00	28.03	0.779
0.25	111.00	32.46	0.902
0.30	124.00	36.30	1.008
0.35	139.00	40.74	1.132
0.40	151.00	44.30	1.230
0.45	163.00	47.85	1.329
0.50	175.00	51.40	1.428
0.55	187.00	54.95	1.526
0.60	197.00	57.91	1.609
0.65	206.00	60.58	1.683
0.70	214.50	63.09	1.753
0.75	224.00	65.90	1.831
0.80	232.00	68.27	1.896
0.85	240.00	70.64	1.962
0.90	246.00	72.42	2.012
0.95	253.00	74.49	2.069
1.00	258.00	75.97	2.110
1.05	262.00	77.15	2.143
1.10	265.00	78.04	2.168
1.15	265.00	78.04	2.168
1.20	268.00	78.93	2.192
1.25	270.00	79.52	2.209
1.30	271.00	79.82	2.217
1.40	272.50	80.26	2.229
1.50	273.00	80.41	2.234
1.60	273.00	80.41	2.234
1.70	273.00	80.41	2.234
1.80	273.00	80.41	2.234
1.90	273.00	80.41	2.234
2.00	266.00	78.34	2.176

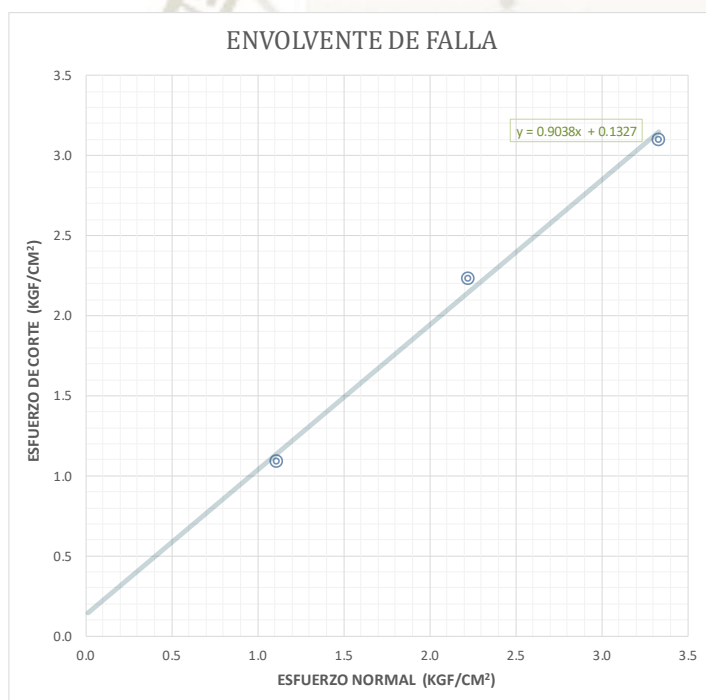
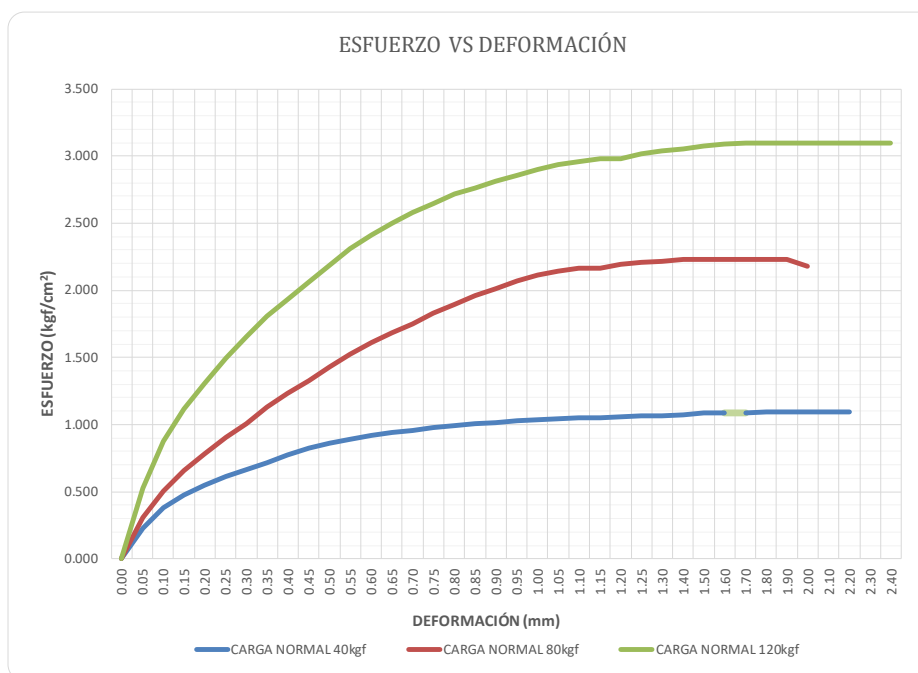
Caja	1
Volumen Caja	79.92 m ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso caja+suelo	1943.8 g

γd obtenida	1.388 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	65.00	18.98	0.527
0.10	108.00	31.57	0.877
0.15	137.00	40.15	1.115
0.20	160.50	47.11	1.309
0.25	183.00	53.77	1.494
0.30	202.50	59.54	1.654
0.35	221.00	65.02	1.806
0.40	236.50	69.60	1.933
0.45	252.50	74.34	2.065
0.50	267.50	78.78	2.188
0.55	282.00	83.07	2.308
0.60	295.00	86.92	2.414
0.65	305.00	89.89	2.497
0.70	315.00	92.86	2.579
0.75	323.00	95.23	2.645
0.80	331.50	97.76	2.715
0.85	337.50	99.54	2.765
0.90	343.50	101.32	2.814
0.95	349.00	102.95	2.860
1.00	353.50	104.29	2.897
1.05	358.00	105.63	2.934
1.10	361.00	106.52	2.959
1.15	363.50	107.26	2.979
1.20	364.00	107.41	2.984
1.25	368.00	108.60	3.017
1.30	371.00	109.49	3.041
1.40	372.00	109.78	3.050
1.50	375.00	110.68	3.074
1.60	376.50	111.12	3.087
1.70	378.00	111.57	3.099
1.80	378.00	111.57	3.099
1.90	378.00	111.57	3.099
2.00	378.00	111.57	3.099
2.10	378.00	111.57	3.099
2.20	378.00	111.57	3.099
2.30	378.00	111.57	3.099
2.40	378.00	111.57	3.099

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²)	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²)
τ	σ
1.111	1.091
2.222	2.234
3.333	3.099



Ángulo de fricción $\phi' = 42.1^\circ$
Cohesión $C' = 0.13 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

- * AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
- * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
- * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.4 \text{ mm/min}$

Caja	2
Volumen Caja	81.40 m ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso caja+suelo	1880.2 g

Caja	1
Volumen Caja	79.92 m ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso caja+suelo	1943.9 g

γ_d obtenida	1.382 g/cm ³
---------------------	-------------------------

γ_d obtenida	1.390 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	35.00	10.22	0.284
0.10	53.00	15.48	0.430
0.15	63.00	18.40	0.511
0.20	71.50	20.88	0.580
0.25	75.50	22.05	0.612
0.30	80.50	23.51	0.653
0.35	88.00	25.70	0.714
0.40	95.50	27.89	0.775
0.45	101.50	29.64	0.823
0.50	106.50	31.12	0.865
0.55	110.00	32.16	0.893
0.60	113.00	33.05	0.918
0.65	116.00	33.94	0.943
0.70	118.00	34.53	0.959
0.75	120.00	35.12	0.976
0.80	122.00	35.71	0.992
0.85	124.00	36.30	1.008
0.90	125.00	36.60	1.017
0.95	126.50	37.04	1.029
1.00	128.00	37.49	1.041
1.05	128.50	37.64	1.045
1.10	129.00	37.78	1.050
1.15	131.00	38.38	1.066
1.20	132.00	38.67	1.074
1.25	133.00	38.97	1.082
1.30	134.50	39.41	1.095
1.40	134.50	39.41	1.095
1.50	135.00	39.56	1.099
1.60	135.00	39.56	1.099
1.70	135.00	39.56	1.099
1.80	135.00	39.56	1.099

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	42.00	12.26	0.341
0.10	67.00	19.56	0.543
0.15	85.00	24.82	0.689
0.20	105.00	30.68	0.852
0.25	123.00	36.01	1.000
0.30	142.50	41.78	1.161
0.35	157.00	46.07	1.280
0.40	167.00	49.03	1.362
0.45	178.50	52.44	1.457
0.50	192.00	56.43	1.568
0.55	204.00	59.98	1.666
0.60	214.00	62.94	1.748
0.65	221.50	65.16	1.810
0.70	227.00	66.79	1.855
0.75	231.00	67.98	1.888
0.80	235.00	69.16	1.921
0.85	237.00	69.75	1.938
0.90	240.00	70.64	1.962
0.95	242.00	71.23	1.979
1.00	243.00	71.53	1.987
1.05	248.00	73.01	2.028
1.10	250.00	73.60	2.044
1.15	253.00	74.49	2.069
1.20	255.00	75.08	2.086
1.25	257.00	75.67	2.102
1.30	259.00	76.26	2.118
1.40	260.00	76.56	2.127
1.50	261.50	77.00	2.139
1.60	262.00	77.15	2.143
1.70	262.00	77.15	2.143
1.80	262.00	77.15	2.143
1.90	262.00	77.15	2.143
2.00	262.00	77.15	2.143
2.1	262.00	77.15	2.143

Caja	2
Volumen Caja	81.40 m ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso caja+suelo	1881.0 g

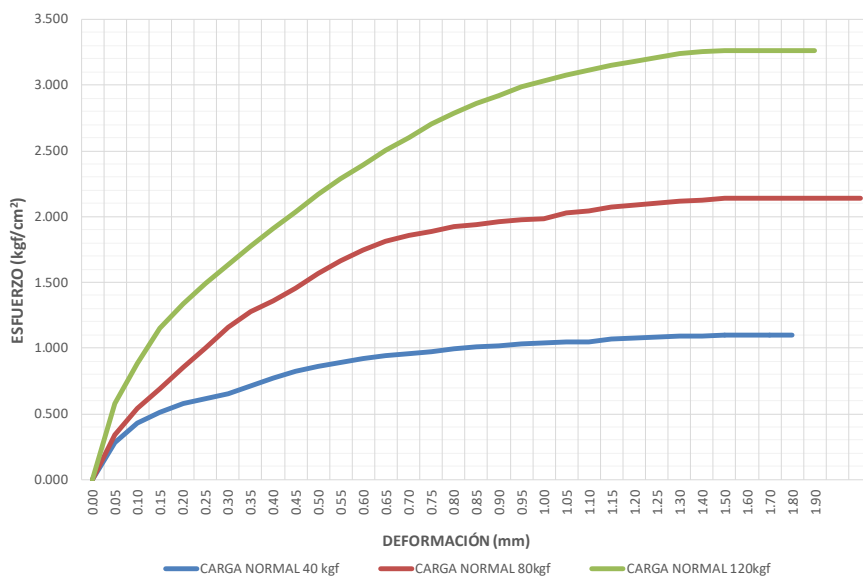
γd obtenida	1.392 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

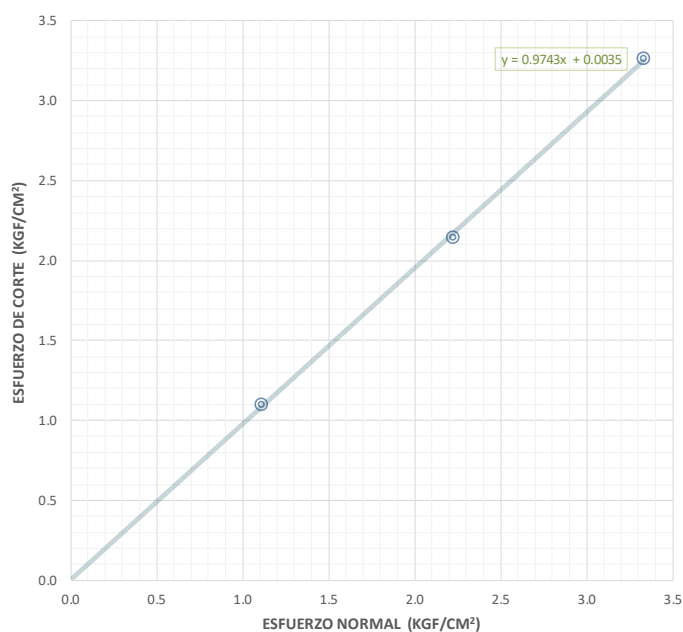
DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	71.00	20.73	0.576
0.10	109.00	31.86	0.885
0.15	141.00	41.34	1.148
0.20	164.00	48.14	1.337
0.25	183.00	53.77	1.494
0.30	200.00	58.80	1.633
0.35	217.00	63.83	1.773
0.40	234.00	68.86	1.913
0.45	249.00	73.30	2.036
0.50	265.00	78.04	2.168
0.55	280.00	82.48	2.291
0.60	292.00	86.03	2.390
0.65	306.00	90.18	2.505
0.70	318.00	93.75	2.604
0.75	330.00	97.31	2.703
0.80	340.00	100.28	2.786
0.85	349.00	102.95	2.860
0.90	356.00	105.03	2.918
0.95	364.00	107.41	2.984
1.00	370.00	109.19	3.033
1.05	375.00	110.68	3.074
1.10	380.00	112.16	3.116
1.15	384.00	113.35	3.149
1.20	388.00	114.54	3.182
1.25	391.50	115.58	3.210
1.30	395.00	116.62	3.239
1.40	397.00	117.21	3.256
1.50	398.00	117.51	3.264
1.60	398.00	117.51	3.264
1.70	398.00	117.51	3.264
1.80	398.00	117.51	3.264
1.90	398.00	117.51	3.264

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	1.099
2.222	2.143
3.333	3.264

ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



ENVOLVENTE DE FALLA



Ángulo de fricción $\phi' = 44.3^\circ$
Cohesión $C' = 0.00 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

- * AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
- * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
- * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.4 \text{ mm/min}$

Caja	2
Volumen Caja	81.40 m ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso caja+suelo	1880.2 g

Caja	1
Volumen Caja	79.92 m ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso caja+suelo	1944.1 g

yd obtenida	1.382 g/cm ³
-------------	-------------------------

yd obtenida	1.392 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	30.50	8.91	0.247
0.10	44.00	12.85	0.357
0.15	56.00	16.35	0.454
0.20	65.00	18.98	0.527
0.25	75.00	21.90	0.608
0.30	82.00	23.94	0.665
0.35	87.00	25.40	0.706
0.40	95.00	27.74	0.771
0.45	100.00	29.20	0.811
0.50	104.50	30.53	0.848
0.55	109.00	31.86	0.885
0.60	114.00	33.34	0.926
0.65	118.00	34.53	0.959
0.70	120.00	35.12	0.976
0.75	122.50	35.86	0.996
0.80	125.00	36.60	1.017
0.85	128.00	37.49	1.041
0.90	130.00	38.08	1.058
0.95	133.50	39.12	1.087
1.00	135.00	39.56	1.099
1.05	136.00	39.86	1.107
1.10	137.00	40.15	1.115
1.15	137.50	40.30	1.119
1.20	138.00	40.45	1.124
1.25	139.00	40.74	1.132
1.30	141.00	41.34	1.148
1.40	142.00	41.63	1.156
1.50	142.00	41.63	1.156
1.60	142.00	41.63	1.156
1.70	142.00	41.63	1.156

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	40.00	11.68	0.324
0.10	60.50	17.67	0.491
0.15	80.00	23.36	0.649
0.20	95.00	27.74	0.771
0.25	110.00	32.16	0.893
0.30	125.00	36.60	1.017
0.35	140.00	41.04	1.140
0.40	150.50	44.15	1.226
0.45	162.00	47.55	1.321
0.50	176.00	51.70	1.436
0.55	188.00	55.25	1.535
0.60	198.00	58.21	1.617
0.65	206.00	60.58	1.683
0.70	212.00	62.35	1.732
0.75	218.50	64.28	1.785
0.80	222.00	65.31	1.814
0.85	228.00	67.09	1.864
0.90	232.00	68.27	1.896
0.95	236.00	69.46	1.929
1.00	240.00	70.64	1.962
1.05	243.00	71.53	1.987
1.10	246.50	72.56	2.016
1.15	248.00	73.01	2.028
1.20	250.00	73.60	2.044
1.25	252.00	74.19	2.061
1.30	252.00	74.19	2.061
1.40	252.00	74.19	2.061
1.50	252.00	74.19	2.061

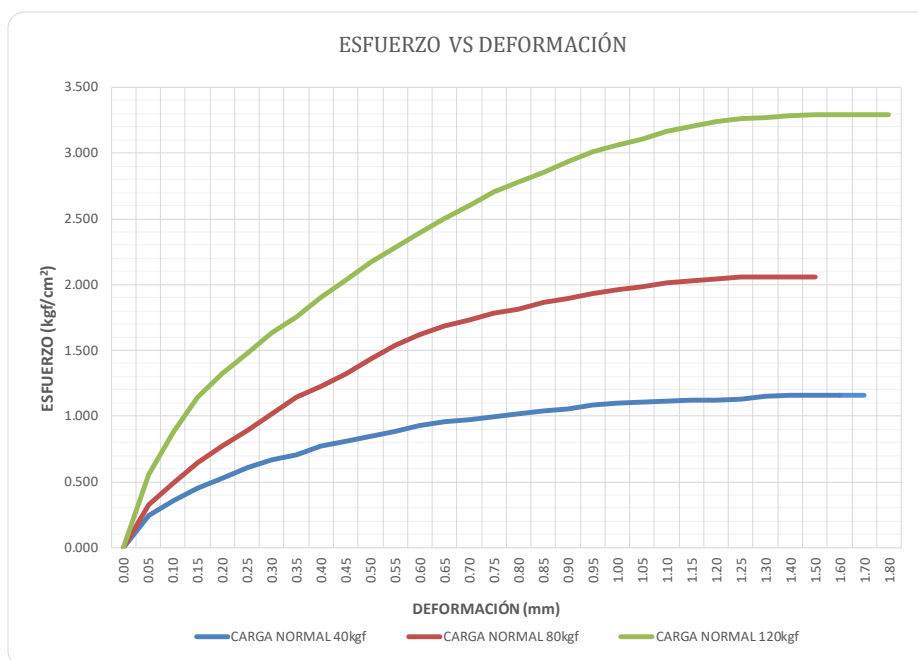
Caja	2
Volumen Caja	81.40 m ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso caja+suelo	1880.3 g

γd obtenida	1.383 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	69.00	20.15	0.560
0.10	108.00	31.57	0.877
0.15	140.00	41.04	1.140
0.20	162.00	47.55	1.321
0.25	181.00	53.18	1.477
0.30	200.00	58.80	1.633
0.35	215.00	63.24	1.757
0.40	233.00	68.57	1.905
0.45	249.00	73.30	2.036
0.50	265.00	78.04	2.168
0.55	279.00	82.18	2.283
0.60	292.00	86.03	2.390
0.65	306.00	90.18	2.505
0.70	318.00	93.75	2.604
0.75	330.00	97.31	2.703
0.80	339.00	99.98	2.777
0.85	348.00	102.66	2.852
0.90	358.00	105.63	2.934
0.95	367.00	108.30	3.008
1.00	373.00	110.08	3.058
1.05	379.00	111.86	3.107
1.10	386.00	113.94	3.165
1.15	391.00	115.43	3.206
1.20	395.00	116.62	3.239
1.25	398.00	117.51	3.264
1.30	399.00	117.80	3.272
1.40	400.50	118.25	3.285
1.50	401.00	118.40	3.289
1.60	401.00	118.40	3.289
1.70	401.00	118.40	3.289
1.80	401.00	118.40	3.289

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	1.156
2.222	2.061
3.333	3.289



Ángulo de fricción $\phi' = 43.8^\circ$

Cohesión $C' = 0.03 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

- * AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
- * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
- * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.4 \text{ mm/min}$

Caja	2
Volumen Caja	81.40 m ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso caja+suelo	1880.9 g

Caja	1
Volumen Caja	79.92 m ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso caja+suelo	1943.4 g

yd obtenida	1.390 g/cm ³
-------------	-------------------------

yd obtenida	1.383 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	28.00	8.18	0.227
0.10	43.00	12.56	0.349
0.15	53.00	15.48	0.430
0.20	63.00	18.40	0.511
0.25	73.00	21.32	0.592
0.30	81.00	23.65	0.657
0.35	88.00	25.70	0.714
0.40	95.00	27.74	0.771
0.45	100.50	29.35	0.815
0.50	105.00	30.68	0.852
0.55	110.00	32.16	0.893
0.60	114.00	33.34	0.926
0.65	118.00	34.53	0.959
0.70	120.00	35.12	0.976
0.75	122.50	35.86	0.996
0.80	125.00	36.60	1.017
0.85	128.00	37.49	1.041
0.90	130.00	38.08	1.058
0.95	133.50	39.12	1.087
1.00	135.00	39.56	1.099
1.05	136.00	39.86	1.107
1.10	137.00	40.15	1.115
1.15	137.50	40.30	1.119
1.20	138.00	40.45	1.124
1.25	138.50	40.60	1.128
1.30	139.00	40.74	1.132
1.40	139.00	40.74	1.132
1.50	139.00	40.74	1.132
1.60	139.00	40.74	1.132
1.70	139.00	40.74	1.132

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	43.00	12.56	0.349
0.10	63.00	18.40	0.511
0.15	81.00	23.65	0.657
0.20	96.00	28.03	0.779
0.25	111.00	32.46	0.902
0.30	124.00	36.30	1.008
0.35	139.00	40.74	1.132
0.40	151.00	44.30	1.230
0.45	163.00	47.85	1.329
0.50	175.00	51.40	1.428
0.55	187.00	54.95	1.526
0.60	197.00	57.91	1.609
0.65	206.00	60.58	1.683
0.70	214.50	63.09	1.753
0.75	224.00	65.90	1.831
0.80	232.00	68.27	1.896
0.85	240.00	70.64	1.962
0.90	246.00	72.42	2.012
0.95	253.00	74.49	2.069
1.00	258.00	75.97	2.110
1.05	262.00	77.15	2.143
1.10	265.00	78.04	2.168
1.15	265.00	78.04	2.168
1.20	268.00	78.93	2.192
1.25	270.00	79.52	2.209
1.30	271.00	79.82	2.217
1.40	272.50	80.26	2.229
1.50	273.00	80.41	2.234
1.60	273.00	80.41	2.234
1.70	273.00	80.41	2.234
1.80	273.00	80.41	2.234

Caja	2
Volumen Caja	81.40 m ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso caja+suelo	1880.8 g

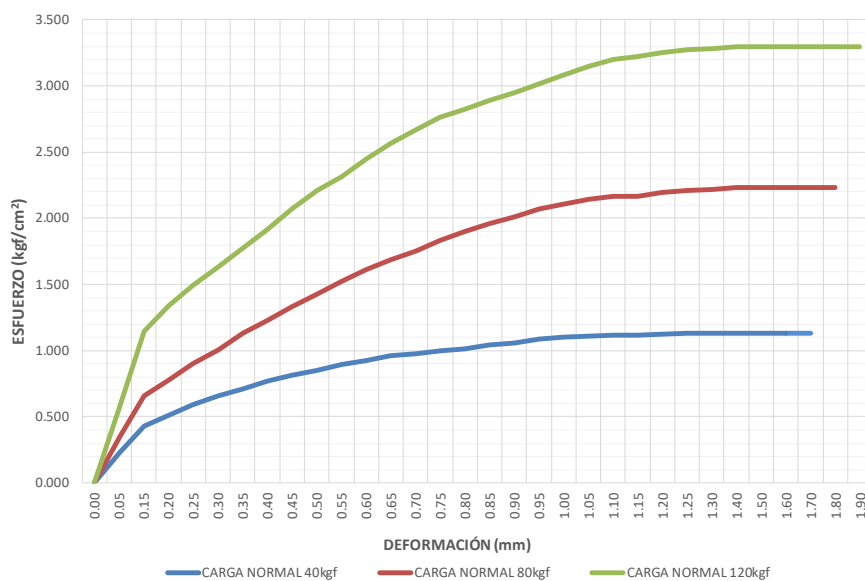
yd obtenida	1.389 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

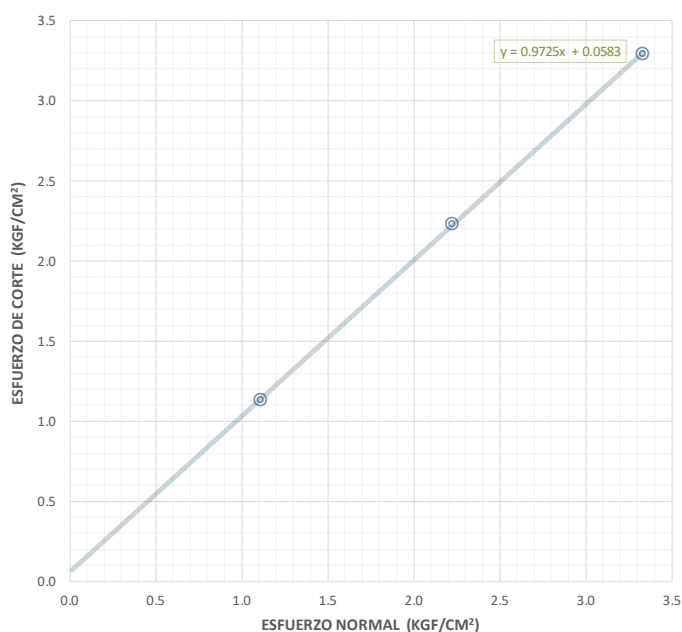
DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	71.00	20.73	0.576
0.10	109.00	31.86	0.885
0.15	141.00	41.34	1.148
0.20	164.00	48.14	1.337
0.25	183.00	53.77	1.494
0.30	200.00	58.80	1.633
0.35	217.00	63.83	1.773
0.40	234.00	68.86	1.913
0.45	253.00	74.49	2.069
0.50	270.00	79.52	2.209
0.55	283.00	83.37	2.316
0.60	299.00	88.10	2.447
0.65	313.00	92.26	2.563
0.70	326.00	96.12	2.670
0.75	337.00	99.39	2.761
0.80	345.00	101.77	2.827
0.85	353.00	104.14	2.893
0.90	360.00	106.22	2.951
0.95	368.00	108.60	3.017
1.00	376.00	110.97	3.083
1.05	384.00	113.35	3.149
1.10	390.00	115.13	3.198
1.15	393.00	116.02	3.223
1.20	397.00	117.21	3.256
1.25	399.00	117.80	3.272
1.30	400.00	118.10	3.281
1.40	401.50	118.54	3.293
1.50	401.50	118.54	3.293
1.60	401.50	118.54	3.293
1.70	401.50	118.54	3.293
1.80	401.50	118.54	3.293
1.90	401.50	118.54	3.293

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	1.132
2.222	2.234
3.333	3.293

ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



ENVOLVENTE DE FALLA



Ángulo de fricción $\phi' = 44.2^\circ$
Cohesión $C' = 0.06 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

- * AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
- * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
- * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.4 \text{ mm/min}$

Caja	1
Volumen Caja	79.92 m ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso caja+suelo	1943.6 g

Caja	2
Volumen Caja	81.40 m ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso caja+suelo	1880.2 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

γ_d obtenida	1.382 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	35.00	10.22	0.284
0.10	53.00	15.48	0.430
0.15	63.00	18.40	0.511
0.20	71.50	20.88	0.580
0.25	75.50	22.05	0.612
0.30	80.50	23.51	0.653
0.35	88.00	25.70	0.714
0.40	95.50	27.89	0.775
0.45	101.50	29.64	0.823
0.50	106.50	31.12	0.865
0.55	110.00	32.16	0.893
0.60	113.00	33.05	0.918
0.65	116.00	33.94	0.943
0.70	118.00	34.53	0.959
0.75	120.00	35.12	0.976
0.80	122.00	35.71	0.992
0.85	124.00	36.30	1.008
0.90	125.00	36.60	1.017
0.95	126.50	37.04	1.029
1.00	127.50	37.34	1.037
1.05	128.50	37.64	1.045
1.10	129.00	37.78	1.050
1.15	129.50	37.93	1.054
1.20	130.00	38.08	1.058
1.25	130.50	38.23	1.062
1.30	130.50	38.23	1.062
1.40	130.50	38.23	1.062

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	68.00	19.86	0.552
0.10	83.50	24.38	0.677
0.15	94.00	27.45	0.762
0.20	103.00	30.09	0.836
0.25	124.50	36.45	1.013
0.30	142.50	41.78	1.161
0.35	160.50	47.11	1.309
0.40	167.00	49.03	1.362
0.45	178.50	52.44	1.457
0.50	192.00	56.43	1.568
0.55	204.00	59.98	1.666
0.60	214.00	62.94	1.748
0.65	227.50	66.94	1.859
0.70	235.50	69.31	1.925
0.75	245.00	72.12	2.003
0.80	252.00	74.19	2.061
0.85	260.00	76.56	2.127
0.90	265.00	78.04	2.168
0.95	267.00	78.63	2.184
1.00	268.00	78.93	2.192
1.05	269.00	79.22	2.201
1.10	269.50	79.37	2.205
1.15	269.50	79.37	2.205
1.20	269.50	79.37	2.205
1.25	269.50	79.37	2.205

Caja	2
Volumen Caja	81.40 m ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso caja+suelo	1880.7 g

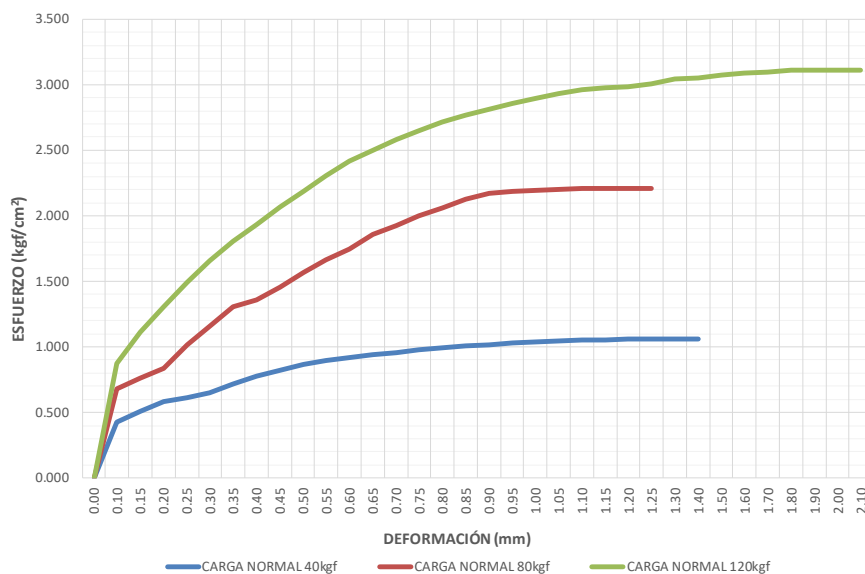
γd obtenida	1.388 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

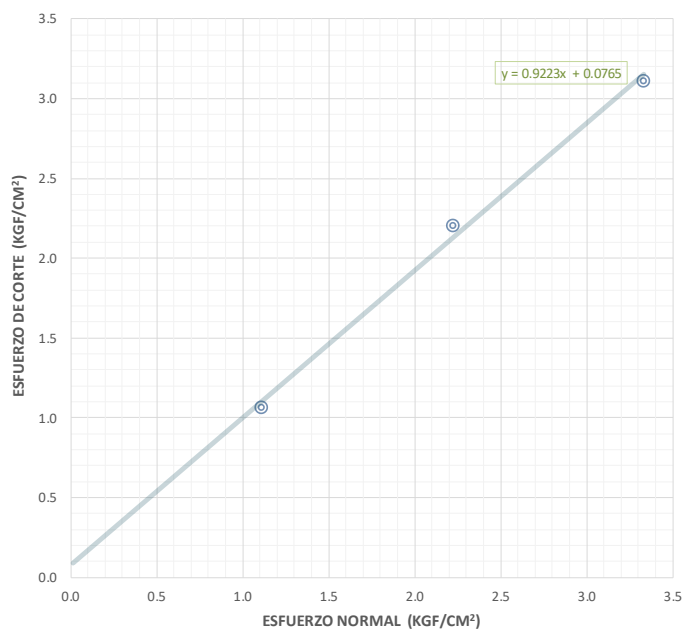
DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	73.00	21.32	0.592
0.10	108.00	31.57	0.877
0.15	137.00	40.15	1.115
0.20	160.50	47.11	1.309
0.25	183.00	53.77	1.494
0.30	202.50	59.54	1.654
0.35	221.00	65.02	1.806
0.40	236.50	69.60	1.933
0.45	252.50	74.34	2.065
0.50	267.50	78.78	2.188
0.55	282.00	83.07	2.308
0.60	295.00	86.92	2.414
0.65	305.00	89.89	2.497
0.70	315.00	92.86	2.579
0.75	323.00	95.23	2.645
0.80	331.50	97.76	2.715
0.85	337.50	99.54	2.765
0.90	343.50	101.32	2.814
0.95	349.00	102.95	2.860
1.00	353.50	104.29	2.897
1.05	358.00	105.63	2.934
1.10	361.00	106.52	2.959
1.15	363.50	107.26	2.979
1.20	364.00	107.41	2.984
1.25	367.00	108.30	3.008
1.30	371.00	109.49	3.041
1.40	372.00	109.78	3.050
1.50	375.00	110.68	3.074
1.60	376.50	111.12	3.087
1.70	378.00	111.57	3.099
1.80	379.50	112.01	3.111
1.90	379.50	112.01	3.111
2.00	379.50	112.01	3.111
2.10	379.50	112.01	3.111

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	1.062
2.222	2.205
3.333	3.111

ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



ENVOLVENTE DE FALLA



Ángulo de fricción $\phi' = 42.7^\circ$
 Cohesión $C' = 0.08 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

- * AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
- * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
- * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.5 \text{ mm/min}$

Caja	2
Volumen Caja	81.4 cm ³
Peso Caja	1767.72 g
Peso caja+suelo	1880.8 g

Caja	1
Volumen Caja	79.9 cm ³
Peso Caja	1832.6 g
Peso caja+suelo	1943.4 g

yd obtenida	1.389 g/cm ³
-------------	-------------------------

yd obtenida	1.387 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	37.00	10.80	0.300
0.10	52.00	15.18	0.422
0.15	66.00	19.27	0.535
0.20	75.50	22.05	0.612
0.25	84.00	24.53	0.681
0.30	93.00	27.16	0.754
0.35	102.00	29.79	0.828
0.40	108.50	31.72	0.881
0.45	116.00	33.94	0.943
0.50	121.50	35.56	0.988
0.55	127.00	37.19	1.033
0.60	131.00	38.38	1.066
0.65	135.00	39.56	1.099
0.70	138.00	40.45	1.124
0.75	141.50	41.48	1.152
0.80	143.50	42.08	1.169
0.85	146.00	42.82	1.189
0.90	148.00	43.41	1.206
0.95	150.50	44.15	1.226
1.00	152.00	44.59	1.239
1.05	153.00	44.89	1.247
1.10	155.00	45.48	1.263
1.15	155.50	45.63	1.267
1.20	156.00	45.78	1.272
1.25	157.00	46.07	1.280
1.30	157.00	46.07	1.280
1.40	157.00	46.07	1.280
1.50	157.00	46.07	1.280
1.60	157.00	46.07	1.280

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	90.00	26.28	0.730
0.10	120.00	35.12	0.976
0.15	142.00	41.63	1.156
0.20	150.00	44.00	1.222
0.25	164.00	48.14	1.337
0.30	179.00	52.58	1.461
0.35	194.00	57.02	1.584
0.40	206.00	60.58	1.683
0.45	219.00	64.42	1.790
0.50	230.00	67.68	1.880
0.55	243.00	71.53	1.987
0.60	252.00	74.19	2.061
0.65	261.00	76.86	2.135
0.70	269.00	79.22	2.201
0.75	278.00	81.89	2.275
0.80	286.00	84.26	2.340
0.85	292.50	86.18	2.394
0.90	298.50	87.96	2.443
0.95	305.00	89.89	2.497
1.00	308.00	90.78	2.522
1.05	311.00	91.67	2.546
1.10	314.00	92.56	2.571
1.15	315.50	93.00	2.583
1.20	317.00	93.45	2.596
1.25	318.00	93.75	2.604
1.30	320.00	94.34	2.621
1.40	321.00	94.64	2.629
1.50	322.00	94.93	2.637
1.60	322.00	94.93	2.637
1.70	322.00	94.93	2.637
1.80	322.00	94.93	2.637
1.90	322.00	94.93	2.637

Caja	2
Volumen Caja	81.4 cm ³
Peso Caja	1767.72 g
Peso caja+suelo	1880.9 g

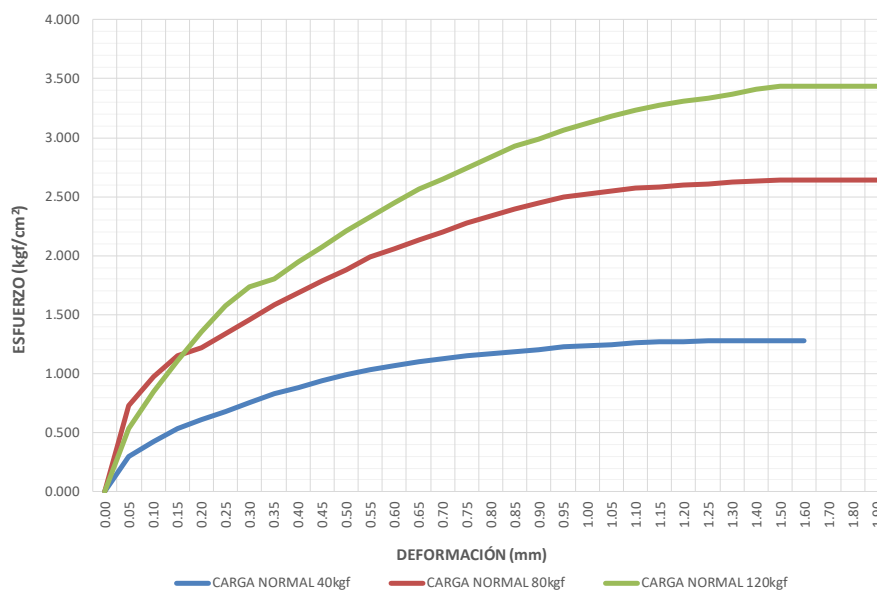
γd obtenida	1.390 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

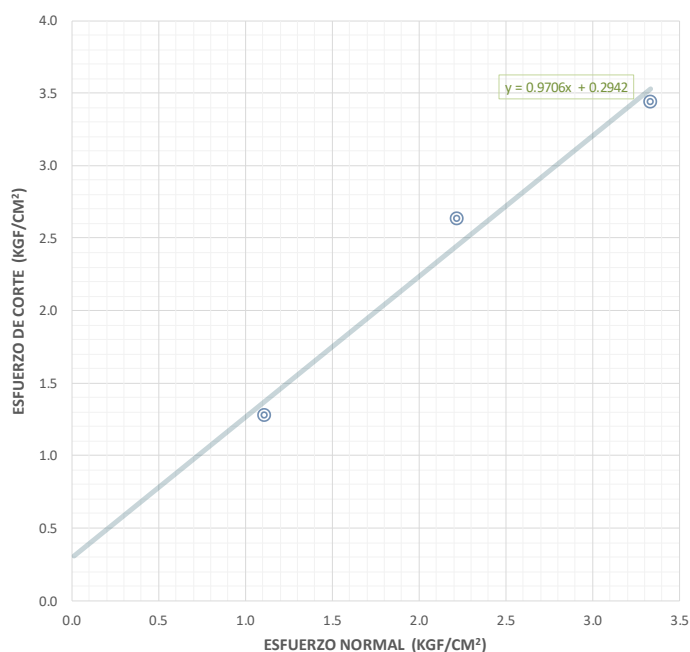
DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	66.50	19.42	0.539
0.10	105.00	30.68	0.852
0.15	136.00	39.86	1.107
0.20	166.00	48.74	1.354
0.25	193.00	56.73	1.576
0.30	213.00	62.65	1.740
0.35	221.00	65.02	1.806
0.40	238.00	70.05	1.946
0.45	254.00	74.78	2.077
0.50	270.00	79.52	2.209
0.55	285.00	83.96	2.332
0.60	299.00	88.10	2.447
0.65	313.00	92.26	2.563
0.70	324.00	95.53	2.654
0.75	335.00	98.80	2.744
0.80	346.00	102.06	2.835
0.85	357.00	105.33	2.926
0.90	365.00	107.71	2.992
0.95	374.00	110.38	3.066
1.00	381.00	112.46	3.124
1.05	388.00	114.54	3.182
1.10	394.00	116.32	3.231
1.15	399.00	117.80	3.272
1.20	403.00	118.99	3.305
1.25	407.00	120.17	3.338
1.30	411.00	121.36	3.371
1.40	416.00	122.84	3.412
1.50	419.00	123.72	3.437
1.60	419.00	123.72	3.437
1.70	419.00	123.72	3.437
1.80	419.00	123.72	3.437
1.90	419.00	123.72	3.437

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	1.280
2.222	2.637
3.333	3.437

ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



ENVOLVENTE DE FALLA



Ángulo de fricción $\phi' = 44.1^\circ$
Cohesión $C' = 0.29 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

- * AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
- * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
- * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.5 \text{ mm/min}$

Caja	1
Volumen Caja	79.9 cm ³
Peso Caja	1832.6 g
Peso caja+suelo	1943.7 g

γ _d obtenida	1.390 g/cm ³
-------------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	2
Volumen Caja	81.4 cm ³
Peso Caja	1767.72 g
Peso caja+suelo	1880.8 g

γ _d obtenida	1.389 g/cm ³
-------------------------	-------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	30.00	8.76	0.243
0.10	48.00	14.02	0.389
0.15	61.00	17.81	0.495
0.20	69.50	20.29	0.564
0.25	77.00	22.48	0.625
0.30	85.00	24.82	0.689
0.35	93.00	27.16	0.754
0.40	101.00	29.50	0.819
0.45	109.00	31.86	0.885
0.50	115.00	33.64	0.934
0.55	121.00	35.42	0.984
0.60	126.00	36.90	1.025
0.65	131.50	38.52	1.070
0.70	136.00	39.86	1.107
0.75	141.00	41.34	1.148
0.80	144.50	42.37	1.177
0.85	149.00	43.70	1.214
0.90	152.00	44.59	1.239
0.95	155.00	45.48	1.263
1.00	156.00	45.78	1.272
1.05	157.00	46.07	1.280
1.10	158.00	46.37	1.288
1.15	158.00	46.37	1.288
1.20	158.00	46.37	1.288
1.25	158.00	46.37	1.288
1.30	158.00	46.37	1.288

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	55.00	16.06	0.446
0.10	80.00	23.36	0.649
0.15	97.00	28.32	0.787
0.20	113.00	33.05	0.918
0.25	127.00	37.19	1.033
0.30	139.00	40.74	1.132
0.35	150.00	44.00	1.222
0.40	162.00	47.55	1.321
0.45	174.00	51.10	1.420
0.50	184.00	54.06	1.502
0.55	195.00	57.32	1.592
0.60	205.00	60.28	1.674
0.65	214.00	62.94	1.748
0.70	223.00	65.61	1.822
0.75	232.00	68.27	1.896
0.80	239.00	70.34	1.954
0.85	246.00	72.42	2.012
0.90	254.00	74.78	2.077
0.95	260.00	76.56	2.127
1.00	266.00	78.34	2.176
1.05	272.00	80.11	2.225
1.10	277.00	81.59	2.266
1.15	282.00	83.07	2.308
1.20	287.50	84.70	2.353
1.25	292.00	86.03	2.390
1.30	296.00	87.22	2.423
1.40	300.00	88.40	2.456
1.50	303.00	89.29	2.480
1.60	306.00	90.18	2.505
1.70	310.00	91.37	2.538
1.80	312.00	91.96	2.555
1.90	313.00	92.26	2.563
2.00	314.00	92.56	2.571
2.10	314.00	92.56	2.571
2.20	314.00	92.56	2.571
2.30	314.00	92.56	2.571
2.40	314.00	92.56	2.571

Caja	1
Volumen Caja	79.9 cm ³
Peso Caja	1832.6 g
Peso caja+suelo	1943.5 g

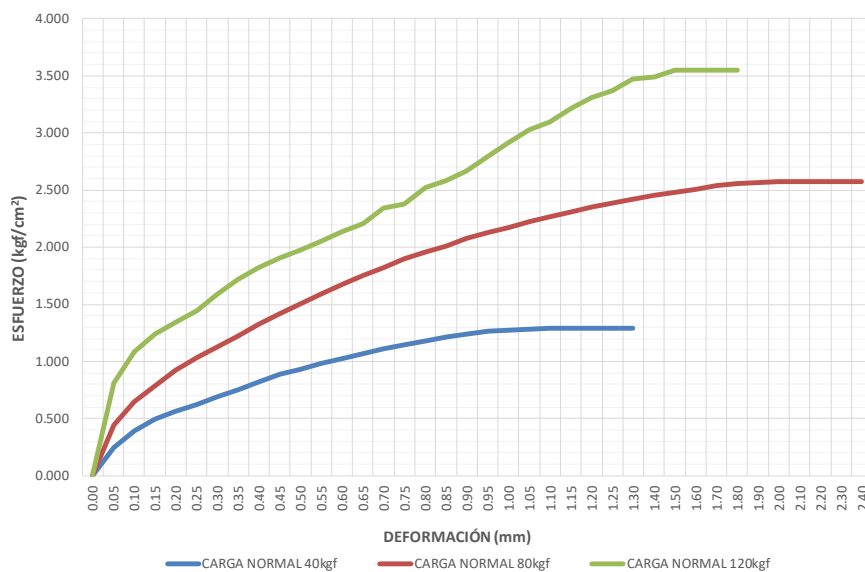
yd obtenida	1.388 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

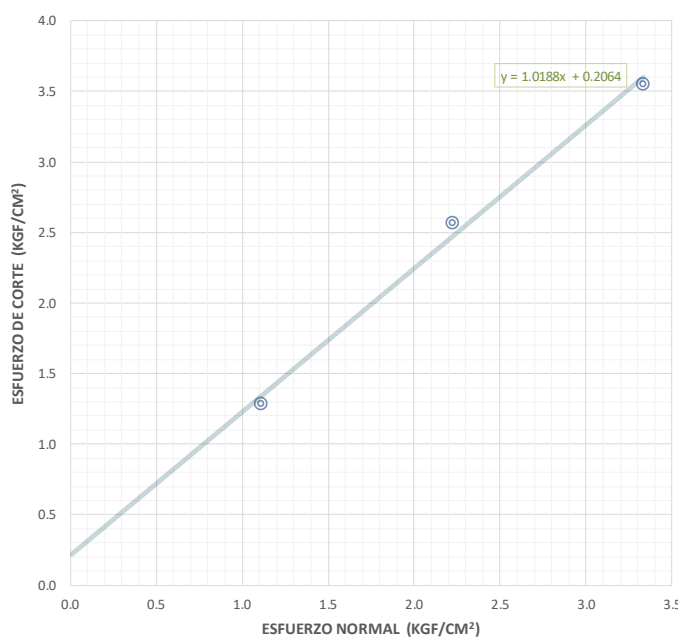
DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	100.00	29.20	0.811
0.10	133.00	38.97	1.082
0.15	152.00	44.59	1.239
0.20	165.00	48.44	1.346
0.25	177.00	51.99	1.444
0.30	195.00	57.32	1.592
0.35	210.00	61.76	1.716
0.40	223.00	65.61	1.822
0.45	233.00	68.57	1.905
0.50	242.00	71.23	1.979
0.55	251.00	73.90	2.053
0.60	261.00	76.86	2.135
0.65	270.00	79.52	2.209
0.70	286.00	84.26	2.340
0.75	290.00	85.44	2.373
0.80	308.00	90.78	2.522
0.85	315.00	92.86	2.579
0.90	326.00	96.12	2.670
0.95	341.00	100.58	2.794
1.00	356.00	105.03	2.918
1.05	369.00	108.89	3.025
1.10	378.00	111.57	3.099
1.15	392.00	115.72	3.215
1.20	404.00	119.28	3.313
1.25	411.00	121.36	3.371
1.30	423.00	124.91	3.470
1.40	426.00	125.80	3.494
1.50	433.00	127.87	3.552
1.60	433.00	127.87	3.552
1.70	433.00	127.87	3.552
1.80	433.00	127.87	3.552

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	1.288
2.222	2.571
3.333	3.552

ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



ENVOLVENTE DE FALLA



Ángulo de fricción $\phi' = 45.5^\circ$
 Cohesión $C' = 0.21 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

**NOMBRE DE
TESIS:**

“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

DATOS GENERALES:

- * AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
- * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
- * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.5 \text{ mm/min}$

Caja	2
Volumen Caja	81.4 cm ³
Peso Caja	1767.72 g
Peso caja+suelo	1880.9 g

γ_d obtenida	1.390 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	1
Volumen Caja	79.9 cm ³
Peso Caja	1832.6 g
Peso caja+suelo	1943.4 g

γ_d obtenida	1.387 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	27.00	7.88	0.219
0.10	38.00	11.10	0.308
0.15	51.00	14.89	0.414
0.20	60.00	17.52	0.487
0.25	67.00	19.56	0.543
0.30	73.00	21.32	0.592
0.35	78.00	22.78	0.633
0.40	84.00	24.53	0.681
0.45	94.00	27.45	0.762
0.50	102.00	29.79	0.828
0.55	110.00	32.16	0.893
0.60	120.00	35.12	0.976
0.65	127.00	37.19	1.033
0.70	135.00	39.56	1.099
0.75	142.00	41.63	1.156
0.80	147.00	43.11	1.198
0.85	153.00	44.89	1.247
0.90	157.00	46.07	1.280
0.95	161.00	47.26	1.313
1.00	163.00	47.85	1.329
1.05	165.00	48.44	1.346
1.10	165.00	48.44	1.346
1.15	165.00	48.44	1.346
1.20	165.00	48.44	1.346
1.25	165.00	48.44	1.346

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	90.00	26.28	0.730
0.10	120.00	35.12	0.976
0.15	142.00	41.63	1.156
0.20	150.00	44.00	1.222
0.25	164.00	48.14	1.337
0.30	179.00	52.58	1.461
0.35	194.00	57.02	1.584
0.40	206.00	60.58	1.683
0.45	219.00	64.42	1.790
0.50	230.00	67.68	1.880
0.55	243.00	71.53	1.987
0.60	252.00	74.19	2.061
0.65	261.00	76.86	2.135
0.70	269.00	79.22	2.201
0.75	278.00	81.89	2.275
0.80	286.00	84.26	2.340
0.85	292.50	86.18	2.394
0.90	298.50	87.96	2.443
0.95	305.00	89.89	2.497
1.00	308.00	90.78	2.522
1.05	311.00	91.67	2.546
1.10	313.00	92.26	2.563
1.15	314.00	92.56	2.571
1.20	314.00	92.56	2.571
1.25	314.00	92.56	2.571
1.30	314.00	92.56	2.571
1.40	314.00	92.56	2.571

Caja	2
Volumen Caja	81.4 cm ³
Peso Caja	1767.72 g
Peso caja+suelo	1880.8 g

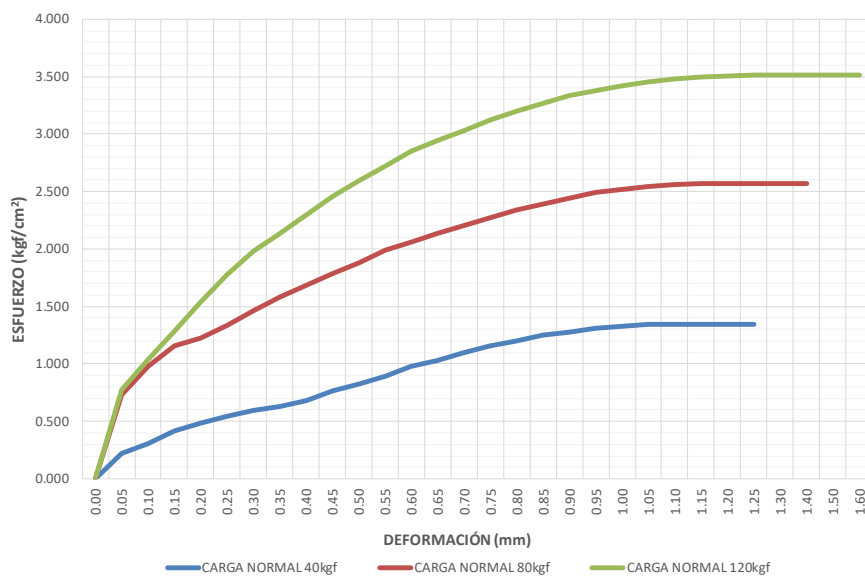
γd obtenida	1.389 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

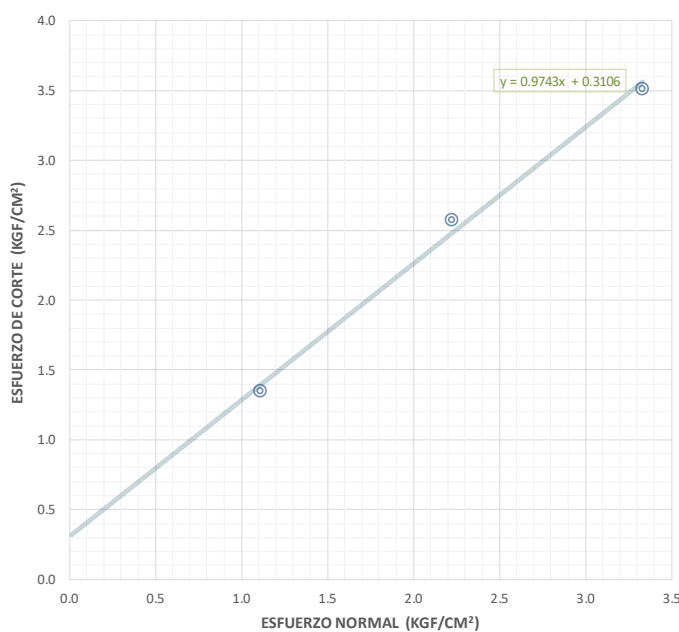
DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	95.00	27.74	0.771
0.10	128.00	37.49	1.041
0.15	158.00	46.37	1.288
0.20	189.00	55.54	1.543
0.25	218.00	64.13	1.781
0.30	242.50	71.38	1.983
0.35	261.00	76.86	2.135
0.40	281.00	82.78	2.299
0.45	300.00	88.40	2.456
0.50	316.50	93.30	2.592
0.55	332.00	97.90	2.720
0.60	348.00	102.66	2.852
0.65	359.50	106.07	2.946
0.70	370.00	109.19	3.033
0.75	381.00	112.46	3.124
0.80	390.50	115.28	3.202
0.85	398.00	117.51	3.264
0.90	407.00	120.17	3.338
0.95	412.00	121.65	3.379
1.00	417.00	123.13	3.420
1.05	421.00	124.32	3.453
1.10	424.00	125.20	3.478
1.15	426.00	125.80	3.494
1.20	427.00	126.09	3.503
1.25	428.00	126.39	3.511
1.30	428.00	126.39	3.511
1.40	428.00	126.39	3.511
1.50	428.00	126.39	3.511
1.60	428.00	126.39	3.511

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	1.346
2.222	2.571
3.333	3.511

ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



ENVOLVENTE DE FALLA



Ángulo de fricción $\phi' = 44.3^\circ$
Cohesión $C' = 0.31 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

**NOMBRE DE
TESIS:**

“Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

DATOS GENERALES: * AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
 * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
 * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.5 \text{ mm/min}$

Caja	1
Volumen Caja	79.9 cm ³
Peso Caja	1832.6 g
Peso caja+suelo	1943.5 g

Caja	2
Volumen Caja	81.4 cm ³
Peso Caja	1767.72 g
Peso caja+suelo	1880.9 g

γ_d obtenida	1.388 g/cm ³
---------------------	-------------------------

γ_d obtenida	1.390 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	21.00	6.13	0.170
0.10	33.00	9.64	0.268
0.15	44.00	12.85	0.357
0.20	52.00	15.18	0.422
0.25	60.00	17.52	0.487
0.30	66.00	19.27	0.535
0.35	74.00	21.61	0.600
0.40	81.00	23.65	0.657
0.45	88.00	25.70	0.714
0.50	93.00	27.16	0.754
0.55	98.00	28.62	0.795
0.60	105.00	30.68	0.852
0.65	109.00	31.86	0.885
0.70	114.00	33.34	0.926
0.75	118.50	34.68	0.963
0.80	122.50	35.86	0.996
0.85	127.00	37.19	1.033
0.90	131.00	38.38	1.066
0.95	134.00	39.26	1.091
1.00	137.00	40.15	1.115
1.05	140.00	41.04	1.140
1.10	142.00	41.63	1.156
1.15	145.00	42.52	1.181
1.20	147.00	43.11	1.198
1.25	149.00	43.70	1.214
1.30	150.00	44.00	1.222
1.40	151.00	44.30	1.230
1.50	152.00	44.59	1.239
1.60	152.50	44.74	1.243
1.70	153.00	44.89	1.247
1.80	153.00	44.89	1.247
1.90	153.00	44.89	1.247
2.00	153.00	44.89	1.247
2.10	153.00	44.89	1.247

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	70.00	20.44	0.568
0.10	100.50	29.35	0.815
0.15	131.00	38.38	1.066
0.20	150.00	44.00	1.222
0.25	164.00	48.14	1.337
0.30	179.00	52.58	1.461
0.35	194.00	57.02	1.584
0.40	206.00	60.58	1.683
0.45	219.00	64.42	1.790
0.50	230.00	67.68	1.880
0.55	243.00	71.53	1.987
0.60	252.00	74.19	2.061
0.65	261.00	76.86	2.135
0.70	269.00	79.22	2.201
0.75	278.00	81.89	2.275
0.80	286.00	84.26	2.340
0.85	292.50	86.18	2.394
0.90	298.50	87.96	2.443
0.95	305.00	89.89	2.497
1.00	308.00	90.78	2.522
1.05	310.50	91.52	2.542
1.10	312.00	91.96	2.555
1.15	314.00	92.56	2.571
1.20	315.00	92.86	2.579
1.25	315.00	92.86	2.579
1.30	315.00	92.86	2.579
1.40	315.00	92.86	2.579

Caja	1
Volumen Caja	79.9 cm ³
Peso Caja	1832.6 g
Peso caja+suelo	1943.6 g

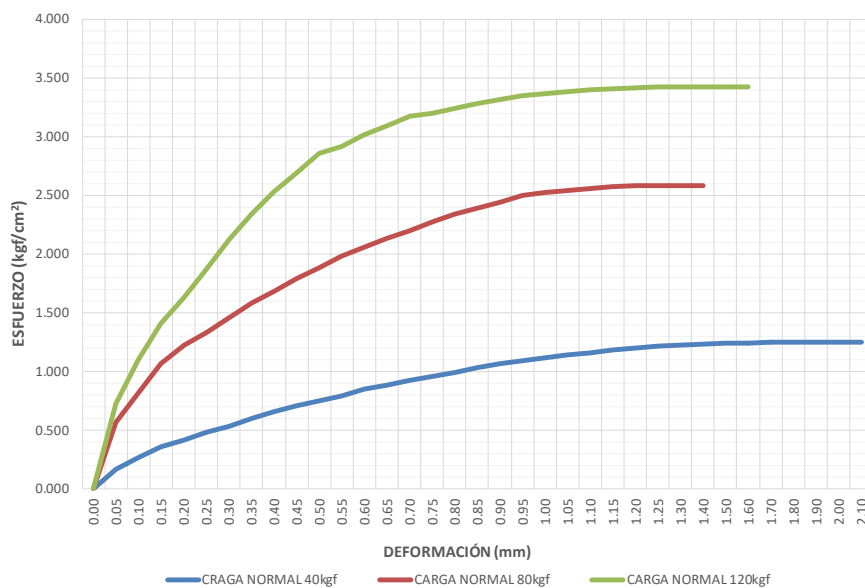
yd obtenida	1.389 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

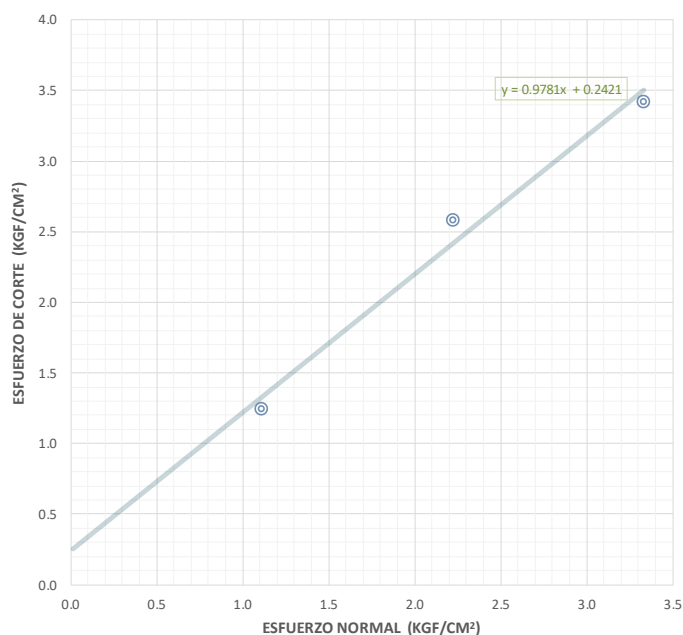
DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	90.00	26.28	0.730
0.10	135.00	39.56	1.099
0.15	173.00	50.81	1.411
0.20	200.00	58.80	1.633
0.25	229.50	67.53	1.876
0.30	260.00	76.56	2.127
0.35	286.00	84.26	2.340
0.40	309.00	91.07	2.530
0.45	328.00	96.72	2.687
0.50	348.50	102.80	2.856
0.55	356.00	105.03	2.918
0.60	368.00	108.60	3.017
0.65	377.00	111.27	3.091
0.70	387.00	114.24	3.173
0.75	390.00	115.13	3.198
0.80	395.00	116.62	3.239
0.85	400.00	118.10	3.281
0.90	404.00	119.28	3.313
0.95	408.50	120.62	3.350
1.00	410.00	121.06	3.363
1.05	412.00	121.65	3.379
1.10	414.00	122.24	3.396
1.15	415.00	122.54	3.404
1.20	416.00	122.84	3.412
1.25	417.00	123.13	3.420
1.30	417.00	123.13	3.420
1.40	417.00	123.13	3.420
1.50	417.00	123.13	3.420
1.60	417.00	123.13	3.420

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	1.247
2.222	2.579
3.333	3.420

ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



ENVOLVENTE DE FALLA



Ángulo de fricción $\phi' = 44.4^\circ$
Cohesión $C' = 0.24 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

- * AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
- * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
- * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.5 \text{ mm/min}$

Caja	2
Volumen Caja	81.4 cm^3
Peso Caja	1767.72 g
Peso caja+suelo	1880.6 g

Caja	1
Volumen Caja	79.9 cm^3
Peso Caja	1832.6 g
Peso caja+suelo	1943.7 g

γ_d obtenida	1.387 g/cm^3
---------------------	-----------------------

γ_d obtenida	1.390 g/cm^3
---------------------	-----------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm^2)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	36.50	10.66	0.296
0.10	50.50	14.75	0.410
0.15	65.00	18.98	0.527
0.20	76.00	22.19	0.616
0.25	85.00	24.82	0.689
0.30	95.00	27.74	0.771
0.35	101.00	29.50	0.819
0.40	107.50	31.42	0.873
0.45	115.00	33.64	0.934
0.50	121.50	35.56	0.988
0.55	126.00	36.90	1.025
0.60	130.00	38.08	1.058
0.65	135.00	39.56	1.099
0.70	138.00	40.45	1.124
0.75	141.50	41.48	1.152
0.80	143.50	42.08	1.169
0.85	146.00	42.82	1.189
0.90	148.00	43.41	1.206
0.95	150.50	44.15	1.226
1.00	152.00	44.59	1.239
1.05	153.00	44.89	1.247
1.10	154.00	45.18	1.255
1.15	155.00	45.48	1.263
1.20	155.50	45.63	1.267
1.25	155.50	45.63	1.267
1.30	155.50	45.63	1.267
1.40	155.50	45.63	1.267
1.50	155.50	45.63	1.267
1.60	155.50	45.63	1.267

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm^2)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	58.00	16.94	0.470
0.10	88.50	25.84	0.718
0.15	102.00	29.79	0.828
0.20	112.00	32.75	0.910
0.25	122.00	35.71	0.992
0.30	135.00	39.56	1.099
0.35	145.50	42.67	1.185
0.40	156.00	45.78	1.272
0.45	170.00	49.92	1.387
0.50	189.00	55.54	1.543
0.55	199.00	58.50	1.625
0.60	207.00	60.87	1.691
0.65	220.00	64.72	1.798
0.70	230.00	67.68	1.880
0.75	241.00	70.94	1.970
0.80	252.00	74.19	2.061
0.85	260.00	76.56	2.127
0.90	268.00	78.93	2.192
0.95	274.00	80.70	2.242
1.00	277.00	81.59	2.266
1.05	285.00	83.96	2.332
1.10	290.00	85.44	2.373
1.15	294.00	86.62	2.406
1.20	300.00	88.40	2.456
1.25	304.00	89.59	2.489
1.30	308.00	90.78	2.522
1.40	310.00	91.37	2.538
1.50	312.00	91.96	2.555
1.60	313.00	92.26	2.563
1.70	314.00	92.56	2.571
1.80	315.00	92.86	2.579
1.90	315.00	92.86	2.579
2.00	315.00	92.86	2.579
2.10	315.00	92.86	2.579
2.20	315.00	92.86	2.579

Caja	2
Volumen Caja	81.4 cm ³
Peso Caja	1767.72 g
Peso caja+suelo	1880.9 g

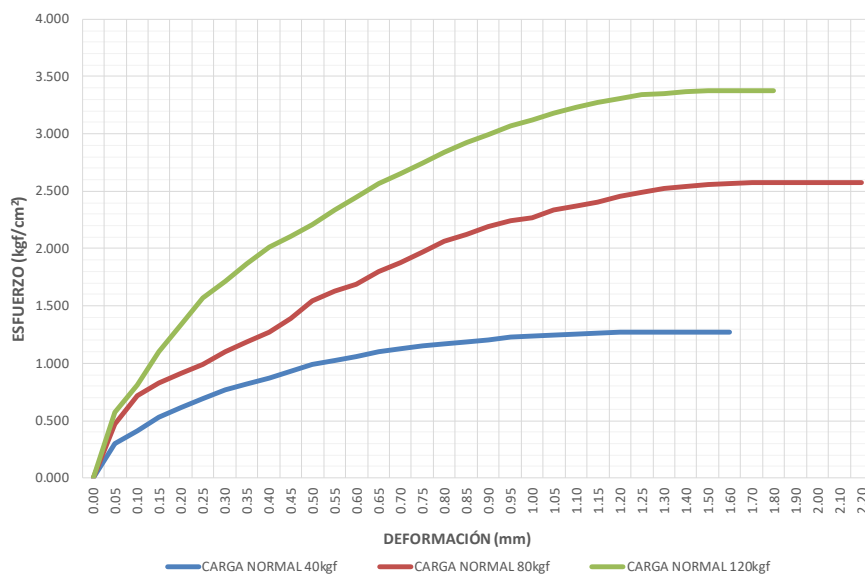
γd obtenida	1.390 g/cm ³
-------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

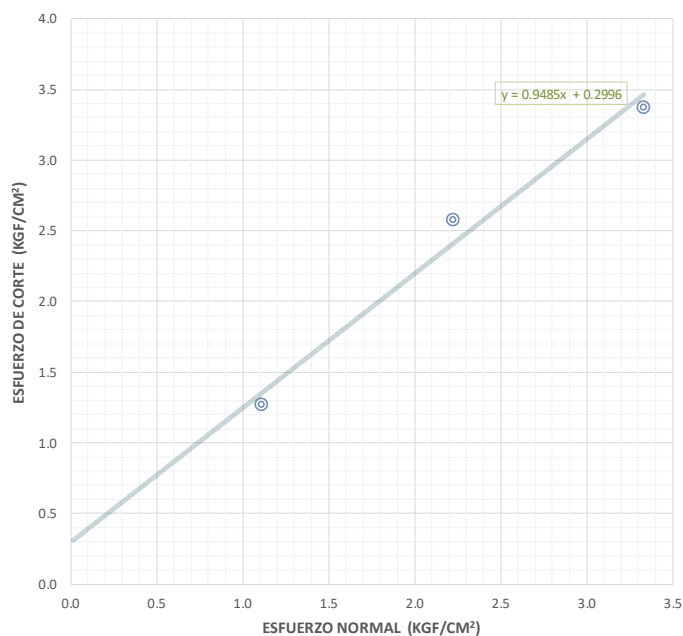
DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	71.00	20.73	0.576
0.10	100.00	29.20	0.811
0.15	135.00	39.56	1.099
0.20	164.00	48.14	1.337
0.25	192.00	56.43	1.568
0.30	210.00	61.76	1.716
0.35	228.00	67.09	1.864
0.40	246.00	72.42	2.012
0.45	258.00	75.97	2.110
0.50	270.00	79.52	2.209
0.55	285.00	83.96	2.332
0.60	299.00	88.10	2.447
0.65	313.00	92.26	2.563
0.70	324.00	95.53	2.654
0.75	335.00	98.80	2.744
0.80	346.00	102.06	2.835
0.85	357.00	105.33	2.926
0.90	365.00	107.71	2.992
0.95	374.00	110.38	3.066
1.00	381.00	112.46	3.124
1.05	388.00	114.54	3.182
1.10	394.00	116.32	3.231
1.15	399.00	117.80	3.272
1.20	403.00	118.99	3.305
1.25	407.00	120.17	3.338
1.30	409.00	120.76	3.355
1.40	411.00	121.36	3.371
1.50	411.50	121.50	3.375
1.60	411.50	121.50	3.375
1.70	411.50	121.50	3.375
1.80	411.50	121.50	3.375

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	1.267
2.222	2.579
3.333	3.375

ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



ENVOLVENTE DE FALLA



Ángulo de fricción $\phi' = 43.5^\circ$
 Cohesión $C' = 0.30 \text{ kgf/cm}^2$

**ANEXO D: CORTE DIRECTO, INTERFAZ SUELO-CONCRETO CON
DIFERENTES RUGOSIDADES**

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
 * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
 * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.4 \text{ mm/min}$
 * RUGOSIDAD: $R = 0.25$

Caja	2
Volumen Caja	36.0 cm^3
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	227.2 g
Peso caja+ suelo + concreto	2044.8 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm^3
---------------------	------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	2
Volumen Caja	36.0 cm^3
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	227.2 g
Peso caja+ suelo + concreto	2044.6 g

γ_d obtenida	1.381 g/cm^3
---------------------	------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm^2)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	42.00	12.26	0.341
0.10	54.00	15.77	0.438
0.15	61.00	17.81	0.495
0.20	67.00	19.56	0.543
0.25	71.00	20.73	0.576
0.30	73.00	21.32	0.592
0.35	75.00	21.90	0.608
0.40	77.50	22.63	0.629
0.45	79.00	23.07	0.641
0.50	79.00	23.07	0.641
0.55	79.00	23.07	0.641
0.60	79.00	23.07	0.641
0.65	79.00	23.07	0.641

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm^2)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	63.00	18.40	0.511
0.10	85.00	24.82	0.689
0.15	98.00	28.62	0.795
0.20	107.00	31.27	0.869
0.25	115.00	33.64	0.934
0.30	122.00	35.71	0.992
0.35	128.00	37.49	1.041
0.40	133.00	38.97	1.082
0.45	139.00	40.74	1.132
0.50	142.00	41.63	1.156
0.55	146.00	42.82	1.189
0.60	149.00	43.70	1.214
0.65	152.00	44.59	1.239
0.70	154.00	45.18	1.255
0.75	155.50	45.63	1.267
0.80	156.00	45.78	1.272
0.85	157.00	46.07	1.280
0.90	157.00	46.07	1.280
0.95	157.00	46.07	1.280

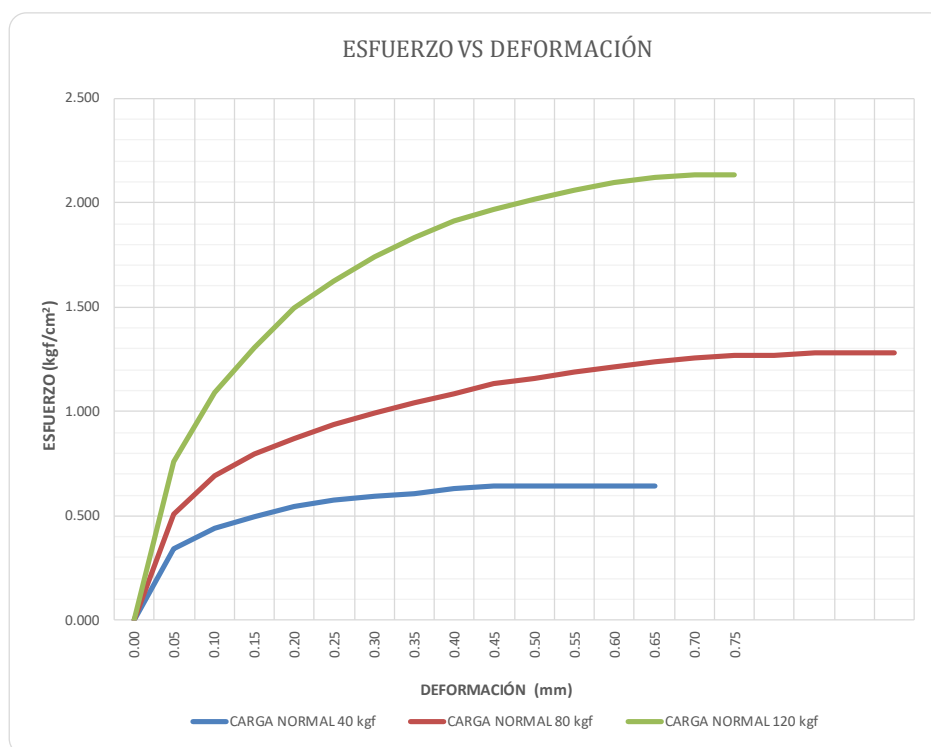
Caja	2
Volumen Caja	36.0 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	227.2 g
Peso caja+ suelo + concreto	2044.8 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	94.00	27.45	0.762
0.10	134.00	39.26	1.091
0.15	160.00	46.96	1.304
0.20	183.00	53.77	1.494
0.25	199.00	58.50	1.625
0.30	213.00	62.65	1.740
0.35	224.00	65.90	1.831
0.40	234.00	68.86	1.913
0.45	241.00	70.94	1.970
0.50	247.00	72.71	2.020
0.55	252.00	74.19	2.061
0.60	256.00	75.38	2.094
0.65	259.00	76.26	2.118
0.70	261.00	76.86	2.135
0.75	261.00	76.86	2.135

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.641
2.222	1.280
3.333	2.135



Ángulo de fricción $\delta = 32^\circ$
Cohesión $C = 0.00 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
 * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_d \text{ max} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
 * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.4 \text{ mm/min}$
 * RUGOSIDAD: $R = 0.25$

Caja	1
Volumen Caja	36.0 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	234.4 g
Peso caja+ suelo + concreto	2117.0 g

γ_d obtenida	1.383 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	1
Volumen Caja	36.0 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	234.4 g
Peso caja+ suelo + concreto	2117.1 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	35.00	10.22	0.284
0.10	46.00	13.43	0.373
0.15	53.00	15.48	0.430
0.20	57.00	16.64	0.462
0.25	61.00	17.81	0.495
0.30	63.00	18.40	0.511
0.35	64.50	18.83	0.523
0.40	65.50	19.13	0.531
0.45	66.00	19.27	0.535
0.50	66.50	19.42	0.539
0.55	67.00	19.56	0.543
0.60	67.00	19.56	0.543
0.65	68.00	19.86	0.552

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	42.00	12.26	0.341
0.10	63.00	18.40	0.511
0.15	80.00	23.36	0.649
0.20	95.00	27.74	0.771
0.25	106.00	30.98	0.860
0.30	118.00	34.53	0.959
0.35	127.00	37.19	1.033
0.40	134.00	39.26	1.091
0.45	143.00	41.93	1.165
0.50	148.00	43.41	1.206
0.55	152.50	44.74	1.243
0.60	157.00	46.07	1.280
0.65	160.00	46.96	1.304
0.70	163.50	48.00	1.333
0.75	165.00	48.44	1.346
0.80	166.50	48.88	1.358
0.85	167.00	49.03	1.362
0.90	167.50	49.18	1.366

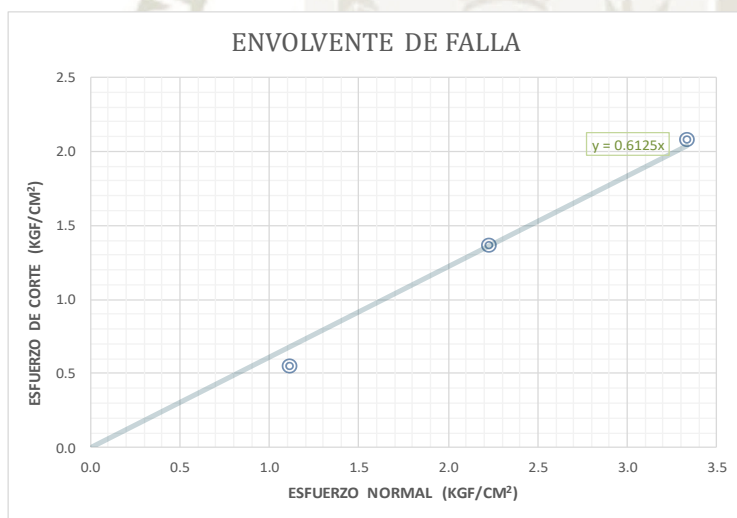
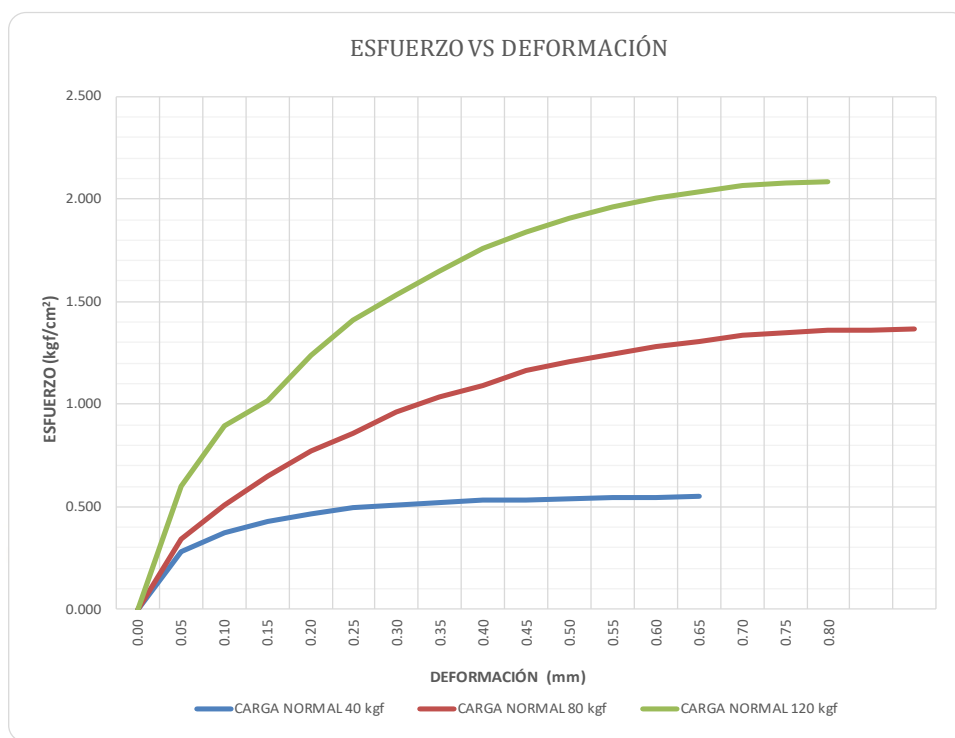
Caja	1
Volumen Caja	36.0 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	234.4 g
Peso caja+ suelo + concreto	2117.2 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	74.00	21.61	0.600
0.10	110.00	32.16	0.893
0.15	125.00	36.60	1.017
0.20	152.00	44.59	1.239
0.25	173.00	50.81	1.411
0.30	188.00	55.25	1.535
0.35	202.00	59.39	1.650
0.40	215.00	63.24	1.757
0.45	225.00	66.20	1.839
0.50	233.00	68.57	1.905
0.55	240.00	70.64	1.962
0.60	245.00	72.12	2.003
0.65	249.00	73.30	2.036
0.70	252.50	74.34	2.065
0.75	254.00	74.78	2.077
0.80	254.50	74.93	2.081

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.552
2.222	1.366
3.333	2.081



Ángulo de fricción $\delta' =$ 31 °
Cohesión $C' =$ 0.00 kgf/cm²

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
 * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_d \text{ max} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
 * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.4 \text{ mm/min}$
 * RUGOSIDAD: $R = 0.25$

Caja	1
Volumen Caja	36.0 cm^3
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	222.3 g
Peso caja+ suelo + concreto	2105.1 g

γ_d obtenida	1.388 g/cm^3
---------------------	------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	1
Volumen Caja	36.0 cm^3
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	222.3 g
Peso caja+ suelo + concreto	2105.0 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm^3
---------------------	------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm^2)
0.00	0.000	0.00	0.000
0.05	31.000	9.05	0.251
0.10	49.000	14.31	0.397
0.15	59.000	17.23	0.479
0.20	67.000	19.56	0.543
0.25	69.000	20.15	0.560
0.30	70.000	20.44	0.568
0.35	71.000	20.73	0.576
0.40	71.000	20.73	0.576
0.45	71.000	20.73	0.576
0.50	71.000	20.73	0.576

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm^2)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	53.00	15.48	0.430
0.10	85.00	24.82	0.689
0.15	105.00	30.68	0.852
0.20	117.00	34.23	0.951
0.25	128.00	37.49	1.041
0.30	136.00	39.86	1.107
0.35	144.00	42.22	1.173
0.40	151.00	44.30	1.230
0.45	157.00	46.07	1.280
0.50	159.00	46.66	1.296
0.55	163.00	47.85	1.329
0.60	164.00	48.14	1.337
0.65	167.00	49.03	1.362
0.70	168.00	49.33	1.370
0.75	169.00	49.62	1.378
0.80	170.00	49.92	1.387
0.85	171.00	50.22	1.395
0.90	172.00	50.51	1.403
0.95	173.00	50.81	1.411
1.00	173.50	50.96	1.415
1.05	173.50	50.96	1.415
1.10	173.50	50.96	1.415

Caja	1
Volumen Caja	36.0 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	222.3 g
Peso caja+ suelo + concreto	2104.9 g

γ_d obtenida	1.383 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kg
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	94.00	27.45	0.762
0.10	134.00	39.26	1.091
0.15	160.00	46.96	1.304
0.20	183.00	53.77	1.494
0.25	199.00	58.50	1.625
0.30	213.00	62.65	1.740
0.35	224.00	65.90	1.831
0.40	233.00	68.57	1.905
0.45	240.00	70.64	1.962
0.50	244.00	71.82	1.995
0.55	247.00	72.71	2.020
0.60	251.00	73.90	2.053
0.65	253.50	74.64	2.073
0.70	253.50	74.64	2.073
0.75	255.00	75.08	2.086
0.80	255.00	75.08	2.086
0.85	255.00	75.08	2.086
0.90	255.00	75.08	2.09

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.576
2.222	1.415
3.333	2.086



Ángulo de fricción $\delta' = 32^\circ$
Cohesión $C' = 0.00 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE:	A =	36	cm ²
* DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR):	$\gamma_{d \max}$ =	1.389	g/cm ³
* VELOCIDAD DE CORTE:	V =	0.4	mm/min
* RUGOSIDAD:	R =	0.25	

Caja	2
Volumen Caja	36.0 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	230.5 g
Peso caja+ suelo + concreto	2048.1 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	2
Volumen Caja	36.0 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	230.5 g
Peso caja+ suelo + concreto	2047.9 g

γ_d obtenida	1.381 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.000	0.00	0.000
0.05	25.000	7.30	0.203
0.10	42.000	12.26	0.341
0.15	54.000	15.77	0.438
0.20	61.000	17.81	0.495
0.25	63.000	18.40	0.511
0.30	64.000	18.69	0.519
0.35	65.500	19.13	0.531
0.40	66.000	19.27	0.535
0.45	66.500	19.42	0.539
0.50	66.500	19.42	0.539
0.55	67.000	19.56	0.543
0.60	67.000	19.56	0.543
0.65	67.000	19.56	0.543

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	56.00	16.35	0.454
0.10	83.00	24.24	0.673
0.15	98.00	28.62	0.795
0.20	114.00	33.34	0.926
0.25	125.00	36.60	1.017
0.30	130.00	38.08	1.058
0.35	137.00	40.15	1.115
0.40	141.00	41.34	1.148
0.45	143.00	41.93	1.165
0.50	145.00	42.52	1.181
0.55	145.50	42.67	1.185
0.60	147.00	43.11	1.198
0.65	148.00	43.41	1.206
0.70	150.00	44.00	1.222
0.75	151.00	44.30	1.230
0.80	151.50	44.44	1.235
0.85	152.00	44.59	1.239
0.90	152.50	44.74	1.243
0.95	153.00	44.89	1.247
1.00	153.00	44.89	1.247
1.05	153.00	44.89	1.247

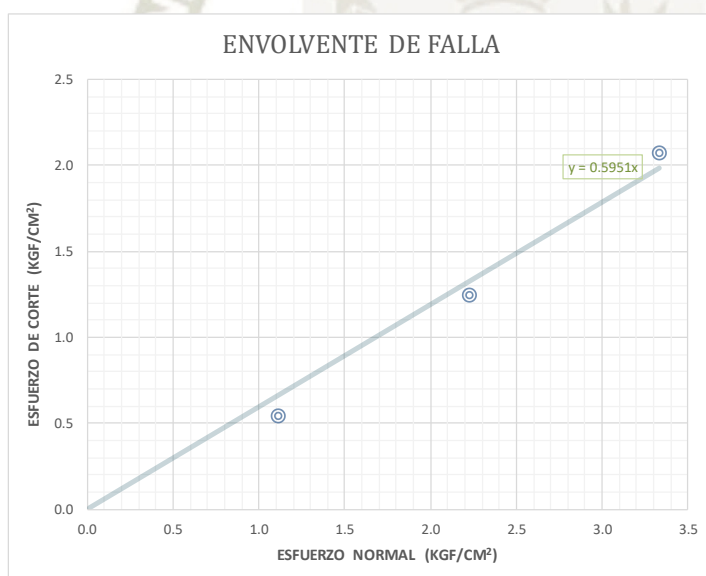
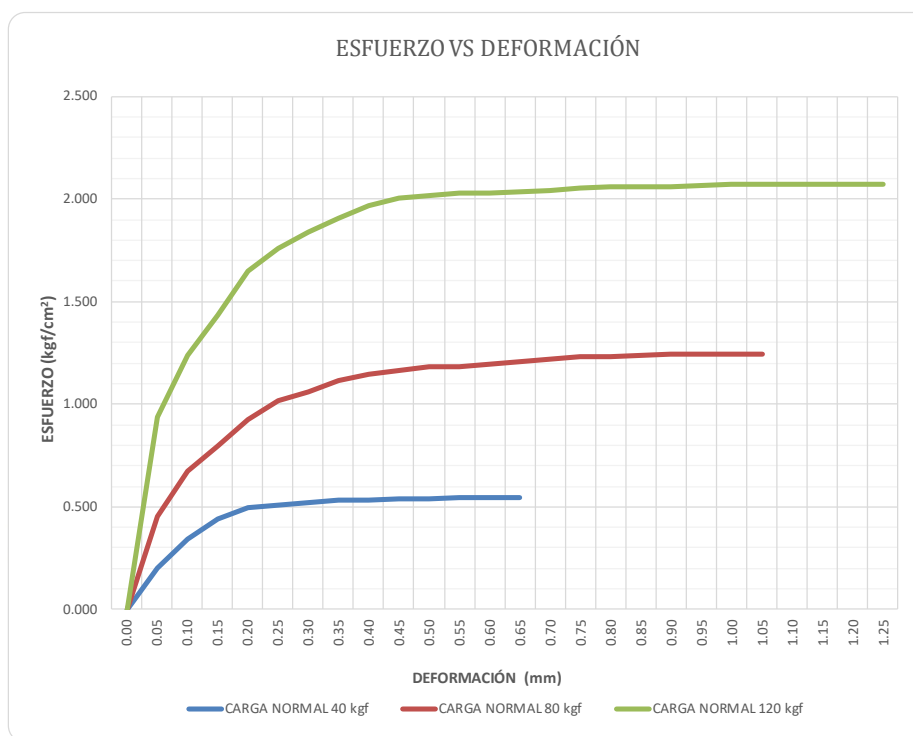
Caja	2
Volumen Caja	36.0 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	230.5 g
Peso caja+ suelo + concreto	2048.2 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	115.00	33.64	0.934
0.10	152.00	44.59	1.239
0.15	176.00	51.70	1.436
0.20	202.00	59.39	1.650
0.25	215.00	63.24	1.757
0.30	225.00	66.20	1.839
0.35	233.00	68.57	1.905
0.40	241.00	70.94	1.970
0.45	245.00	72.12	2.003
0.50	247.00	72.71	2.020
0.55	248.00	73.01	2.028
0.60	248.00	73.01	2.028
0.65	249.00	73.30	2.036
0.70	250.00	73.60	2.044
0.75	251.00	73.90	2.053
0.80	251.50	74.04	2.057
0.85	252.00	74.19	2.061
0.90	252.00	74.19	2.061
0.95	252.50	74.34	2.065
1.00	253.00	74.49	2.069
1.05	253.50	74.64	2.073
1.10	253.00	74.49	2.069
1.15	253.00	74.49	2.069
1.20	253.00	74.49	2.069
1.25	253.00	74.49	2.069

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.543
2.222	1.247
3.333	2.073



Ángulo de fricción $\delta' = 31^\circ$

Cohesión $C' = 0.00 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE:	A =	36	cm ²
* DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR):	$\gamma_{d \text{ max}}$ =	1.389	g/cm ³
* VELOCIDAD DE CORTE:	V =	0.4	mm/min
* RUGOSIDAD:	R=	0.25	

Caja	2
Volumen Caja	36.00 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	229.7 g
Peso caja+ suelo + concreto	2047.2 g

γ_d obtenida	1.383 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	2
Volumen Caja	36.00 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	229.7 g
Peso caja+ suelo + concreto	2047.3 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	24.00	7.01	0.195
0.10	40.00	11.68	0.324
0.15	45.00	13.14	0.365
0.20	49.00	14.31	0.397
0.25	52.00	15.18	0.422
0.30	53.00	15.48	0.430
0.35	53.00	15.48	0.430
0.40	53.00	15.48	0.430
0.45	53.00	15.48	0.430
0.50	53.00	15.48	0.430
0.55	54.00	15.77	0.438
0.60	54.00	15.77	0.438
0.65	54.00	15.77	0.438
0.70	54.00	15.77	0.438

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	38.00	11.10	0.308
0.10	68.00	19.86	0.552
0.15	84.00	24.53	0.681
0.20	96.00	28.03	0.779
0.25	110.00	32.16	0.893
0.30	118.00	34.53	0.959
0.35	125.00	36.60	1.017
0.40	130.00	38.08	1.058
0.45	135.00	39.56	1.099
0.50	138.00	40.45	1.124
0.55	139.00	40.74	1.132
0.60	139.00	40.74	1.132
0.65	140.50	41.19	1.144
0.70	140.50	41.19	1.144
0.75	140.50	41.19	1.144
0.80	141.00	41.34	1.148
0.85	141.00	41.34	1.148
0.90	141.00	41.34	1.148
0.95	141.00	41.34	1.148

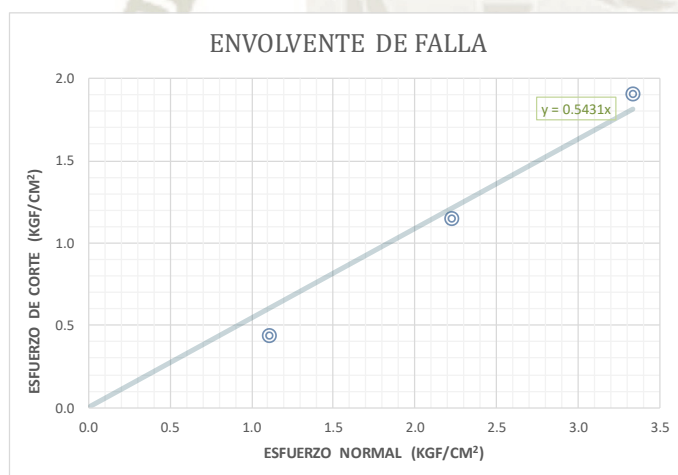
Caja	2
Volumen Caja	36.00 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	229.7 g
Peso caja+ suelo + concreto	2047.4 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	89.00	25.99	0.722
0.10	126.00	36.90	1.025
0.15	150.00	44.00	1.222
0.20	175.00	51.40	1.428
0.25	193.00	56.73	1.576
0.30	208.00	61.17	1.699
0.35	216.00	63.54	1.765
0.40	225.00	66.20	1.839
0.45	228.00	67.09	1.864
0.50	230.00	67.68	1.880
0.55	231.00	67.98	1.888
0.60	232.00	68.27	1.896
0.65	233.00	68.57	1.905
0.70	233.00	68.57	1.905
0.75	233.00	68.57	1.905
0.80	233.00	68.57	1.905

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.438
2.222	1.148
3.333	1.905



Ángulo de fricción $\delta' = 29^\circ$

Cohesión $C' = 0.00 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (SUELO-CONCRETO)

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
 * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_d \text{ max} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
 * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.4 \text{ mm/min}$
 * RUGOSIDAD: $R = 0.17$

Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso del concreto	218.6 g
Peso caja+suelo+	2036.2 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	218.6 g
Peso caja+suelo+concreto	2036.3 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	39.00	11.39	0.316
0.10	52.00	15.18	0.422
0.15	57.50	16.79	0.466
0.20	63.00	18.40	0.511
0.25	68.00	19.86	0.552
0.30	69.00	20.15	0.560
0.35	70.00	20.44	0.568
0.40	71.00	20.73	0.576
0.45	71.50	20.88	0.580
0.50	72.00	21.02	0.584
0.55	72.00	21.02	0.584
0.60	72.00	21.02	0.584
0.65	72.00	21.02	0.584
0.70	72.00	21.02	0.584
0.75	72.00	21.02	0.584

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	48.00	14.02	0.389
0.10	76.00	22.19	0.616
0.15	101.00	29.50	0.819
0.20	121.00	35.42	0.984
0.25	134.00	39.26	1.091
0.30	143.00	41.93	1.165
0.35	148.00	43.41	1.206
0.40	150.00	44.00	1.222
0.45	151.00	44.30	1.230
0.50	151.50	44.44	1.235
0.55	154.00	45.18	1.255
0.60	156.00	45.78	1.272
0.65	156.00	45.78	1.272
0.70	156.00	45.78	1.272
0.75	156.00	45.78	1.272
0.80	156.00	45.78	1.272

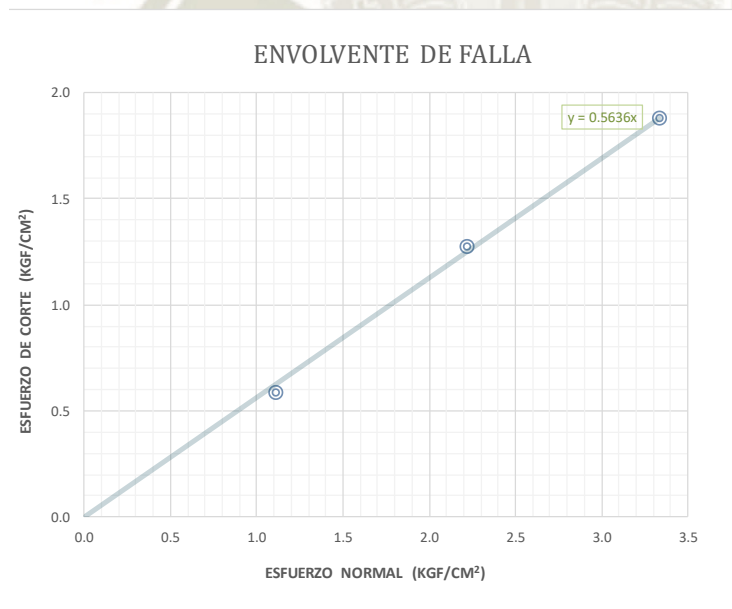
Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	218.6 g
Peso caja+suelo+concreto	2036.3 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	92.00	26.86	0.746
0.10	125.00	36.60	1.017
0.15	153.00	44.89	1.247
0.20	169.00	49.62	1.378
0.25	186.00	54.66	1.518
0.30	201.00	59.10	1.642
0.35	213.00	62.65	1.740
0.40	219.00	64.42	1.790
0.45	221.00	65.02	1.806
0.50	223.00	65.61	1.822
0.55	225.00	66.20	1.839
0.60	227.00	66.79	1.855
0.65	228.00	67.09	1.864
0.70	229.00	67.38	1.872
0.75	230.00	67.68	1.880
0.80	230.00	67.68	1.880
0.85	230.00	67.68	1.880
0.90	230.00	67.68	1.880
0.95	230.00	67.68	1.880
1.00	230.00	67.68	1.880

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.584
2.222	1.272
3.333	1.880



Ángulo de fricción $\delta' = 29^\circ$

Cohesión $C' = 0.00 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (SUELO-CONCRETO)

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE:	A =	36	cm ²
* DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR):	$\gamma_{d \max}$ =	1.389	g/cm ³
* VELOCIDAD DE CORTE:	V =	0.4	mm/min
* RUGOSIDAD:	R=	0.17	

Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso del concreto	220.1 g
Peso caja+suelo+	2102.8 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	220.1 g
Peso caja+suelo+ concreto	2102.9 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	26.50	7.74	0.215
0.10	38.00	11.10	0.308
0.15	47.00	13.72	0.381
0.20	51.50	15.04	0.418
0.25	55.00	16.06	0.446
0.30	58.00	16.94	0.470
0.35	61.00	17.81	0.495
0.40	65.00	18.98	0.527
0.45	67.00	19.56	0.543
0.50	69.00	20.15	0.560
0.55	70.50	20.59	0.572
0.60	71.50	20.88	0.580
0.65	72.00	21.02	0.584
0.70	72.00	21.02	0.584
0.75	72.00	21.02	0.584
0.80	72.50	21.17	0.588
0.85	72.50	21.17	0.588
0.90	72.50	21.17	0.588
0.95	72.50	21.17	0.588
1.00	72.50	21.17	0.588
1.05	72.50	21.17	0.588

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	62.00	18.10	0.503
0.10	83.50	24.38	0.677
0.15	103.00	30.09	0.836
0.20	111.00	32.46	0.902
0.25	120.00	35.12	0.976
0.30	128.00	37.49	1.041
0.35	134.00	39.26	1.091
0.40	139.50	40.89	1.136
0.45	145.00	42.52	1.181
0.50	149.00	43.70	1.214
0.55	152.00	44.59	1.239
0.60	155.00	45.48	1.263
0.65	155.00	45.48	1.263
0.70	159.00	46.66	1.296
0.75	159.50	46.81	1.300
0.80	160.50	47.11	1.309
0.85	163.00	47.85	1.329
0.90	164.00	48.14	1.337
0.95	164.00	48.14	1.337
1.00	165.00	48.44	1.346
1.05	165.50	48.59	1.350
1.10	165.50	48.59	1.350
1.15	166.00	48.74	1.354
1.20	166.50	48.88	1.358
1.25	167.00	49.03	1.362
1.30	167.00	49.03	1.362
1.40	167.00	49.03	1.362
1.50	167.00	49.03	1.362
1.60	167.00	49.03	1.362

Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	220.1 g
Peso caja+suelo+concreto	2102.9 g

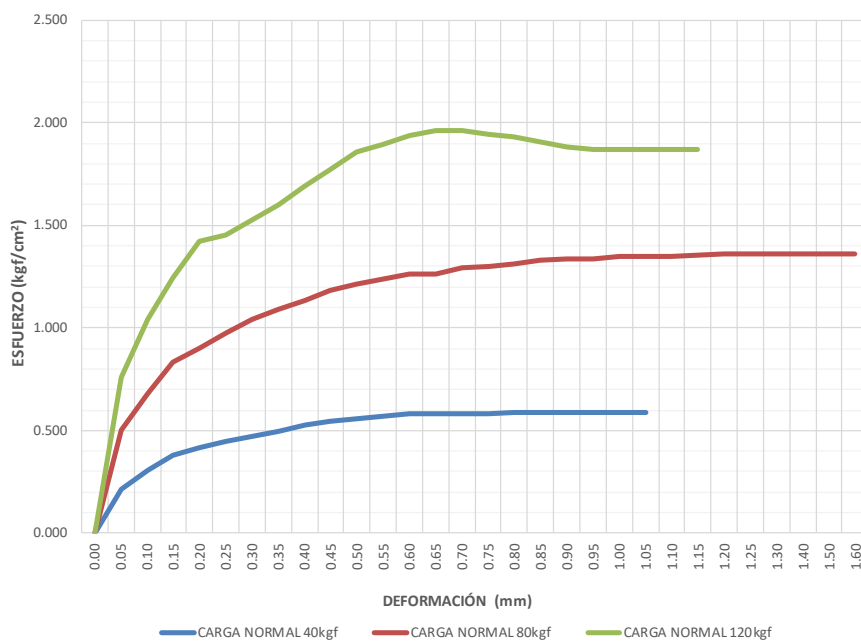
γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

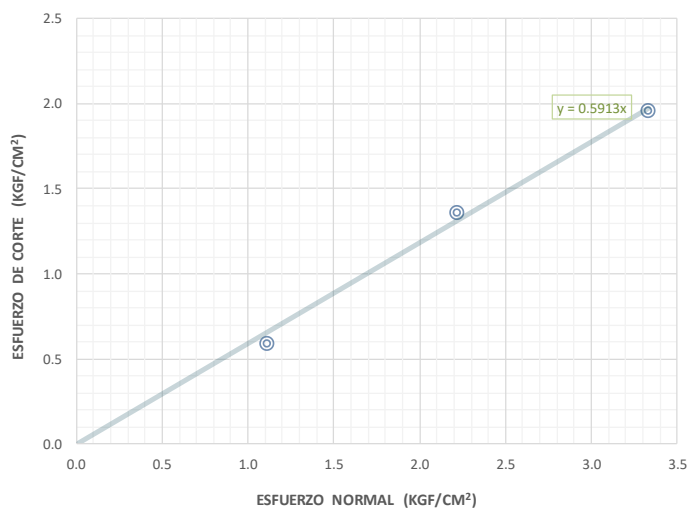
DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	94.00	27.45	0.762
0.10	128.00	37.49	1.041
0.15	153.00	44.89	1.247
0.20	174.00	51.10	1.420
0.25	178.00	52.29	1.452
0.30	187.00	54.95	1.526
0.35	196.00	57.62	1.600
0.40	207.00	60.87	1.691
0.45	217.00	63.83	1.773
0.50	227.00	66.79	1.855
0.55	232.00	68.27	1.896
0.60	237.00	69.75	1.938
0.65	240.00	70.64	1.962
0.70	240.00	70.64	1.962
0.75	238.00	70.05	1.946
0.80	236.00	69.46	1.929
0.85	233.00	68.57	1.905
0.90	230.00	67.68	1.880
0.95	229.00	67.38	1.872
1.00	229.00	67.38	1.872
1.05	229.00	67.38	1.872
1.10	229.00	67.38	1.872
1.15	229.00	67.38	1.872

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.588
2.222	1.362
3.333	1.962

ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



ENVOLVENTE DE FALLA



Ángulo de fricción $\delta' = 31^\circ$
Cohesión $C' = 0.00 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (SUELO-CONCRETO)

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE: $A = 36 \text{ cm}^2$
 * DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR): $\gamma_{d \text{ max}} = 1.389 \text{ g/cm}^3$
 * VELOCIDAD DE CORTE: $V = 0.4 \text{ mm/min}$
 * RUGOSIDAD: $R = 0.17$

Caja	2
Volumen Caja	36 cm^3
Peso Caja	1767.7 g
Peso del concreto	220.1 g
Peso caja+suelo+	2037.8 g

Caja	2
Volumen Caja	36 cm^3
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	220.1 g
Peso caja+suelo+concreto	2037.7 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm^3
---------------------	------------------------

γ_d obtenida	1.386 g/cm^3
---------------------	------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm^2)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	30.00	8.76	0.243
0.10	41.00	11.97	0.333
0.15	47.00	13.72	0.381
0.20	51.50	15.04	0.418
0.25	55.00	16.06	0.446
0.30	58.00	16.94	0.470
0.35	60.50	17.67	0.491
0.40	63.00	18.40	0.511
0.45	65.00	18.98	0.527
0.50	66.00	19.27	0.535
0.55	66.00	19.27	0.535
0.60	68.00	19.86	0.552
0.65	68.00	19.86	0.552
0.70	67.00	19.56	0.543
0.75	67.00	19.56	0.543
0.80	67.00	19.56	0.543
0.85	66.00	19.27	0.535
0.90	65.00	18.98	0.527

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm^2)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	57.00	16.64	0.462
0.10	76.50	22.34	0.621
0.15	94.00	27.45	0.762
0.20	101.00	29.50	0.819
0.25	107.00	31.27	0.869
0.30	113.00	33.05	0.918
0.35	118.00	34.53	0.959
0.40	121.00	35.42	0.984
0.45	124.50	36.45	1.013
0.50	127.00	37.19	1.033
0.55	128.00	37.49	1.041
0.60	129.00	37.78	1.050
0.65	130.00	38.08	1.058
0.70	130.00	38.08	1.058
0.75	129.00	37.78	1.050
0.80	129.00	37.78	1.050
0.85	127.50	37.34	1.037
0.90	126.00	36.90	1.025
0.95	124.00	36.30	1.008

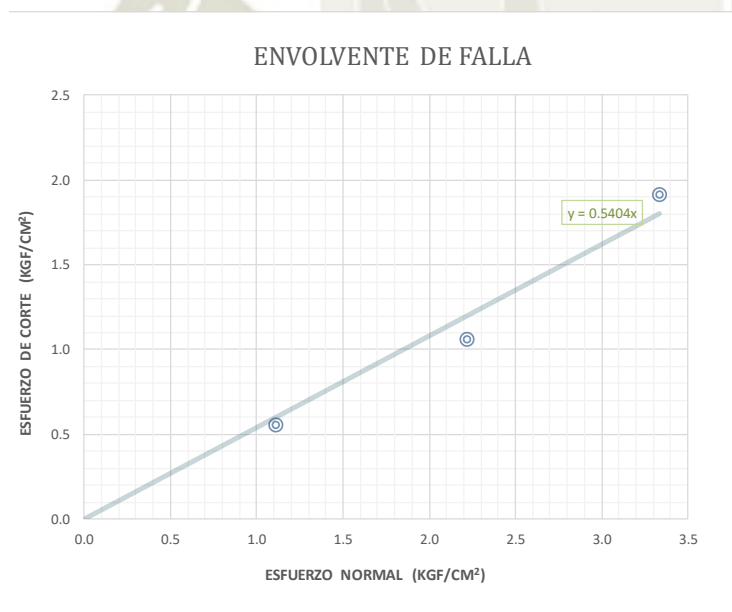
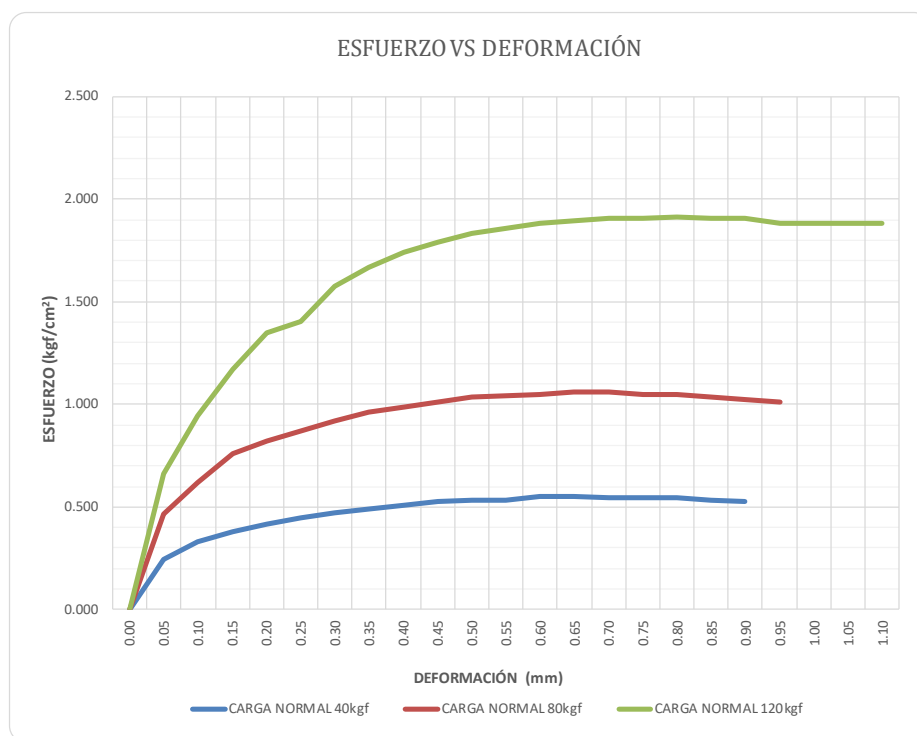
Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	220.1 g
Peso caja+suelo+concreto	2037.8 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	81.50	23.80	0.661
0.10	116.00	33.94	0.943
0.15	144.00	42.22	1.173
0.20	165.00	48.44	1.346
0.25	172.00	50.51	1.403
0.30	193.00	56.73	1.576
0.35	204.00	59.98	1.666
0.40	213.00	62.65	1.740
0.45	219.00	64.42	1.790
0.50	224.00	65.90	1.831
0.55	227.50	66.94	1.859
0.60	230.00	67.68	1.880
0.65	232.00	68.27	1.896
0.70	233.00	68.57	1.905
0.75	233.50	68.72	1.909
0.80	234.00	68.86	1.913
0.85	233.50	68.72	1.909
0.90	233.00	68.57	1.905
0.95	230.00	67.68	1.880
1.00	230.00	67.68	1.880
1.05	230.00	67.68	1.880
1.10	230.00	67.68	1.880

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.552
2.222	1.058
3.333	1.913



Ángulo de fricción $\delta' = 28^\circ$

Cohesión $C' = 0.00 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (SUELO-CONCRETO)

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE:	A =	36	cm ²
* DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR):	$\gamma_{d \max}$ =	1.389	g/cm ³
* VELOCIDAD DE CORTE:	V =	0.4	mm/min
* RUGOSIDAD:	R=	0.17	

Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso del concreto	220.1 g
Peso caja+suelo+	2102.8 g

Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	220.1 g
Peso caja+suelo+ concreto	2102.9 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	28.00	8.18	0.227
0.10	39.00	11.39	0.316
0.15	46.00	13.43	0.373
0.20	53.00	15.48	0.430
0.25	58.00	16.94	0.470
0.30	62.00	18.10	0.503
0.35	66.00	19.27	0.535
0.40	69.00	20.15	0.560
0.45	72.00	21.02	0.584
0.50	74.00	21.61	0.600
0.55	76.00	22.19	0.616
0.60	77.00	22.48	0.625
0.65	78.00	22.78	0.633
0.70	79.00	23.07	0.641
0.75	80.00	23.36	0.649
0.80	80.00	23.36	0.649
0.85	80.00	23.36	0.649
0.90	80.00	23.36	0.649
0.95	80.00	23.36	0.649
1.00	79.50	23.21	0.645
1.05	79.50	23.21	0.645
1.10	79.50	23.21	0.645
1.15	79.00	23.07	0.641
1.20	78.00	22.78	0.633

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	71.00	20.73	0.576
0.10	92.00	26.86	0.746
0.15	106.00	30.98	0.860
0.20	118.00	34.53	0.959
0.25	124.50	36.45	1.013
0.30	132.00	38.67	1.074
0.35	136.00	39.86	1.107
0.40	141.00	41.34	1.148
0.45	144.00	42.22	1.173
0.50	147.00	43.11	1.198
0.55	150.00	44.00	1.222
0.60	150.50	44.15	1.226
0.65	151.50	44.44	1.235
0.70	152.50	44.74	1.243
0.75	153.00	44.89	1.247
0.80	153.00	44.89	1.247
0.85	153.00	44.89	1.247
0.90	152.00	44.59	1.239
0.95	150.00	44.00	1.222
1.00	148.00	43.41	1.206
1.05	147.00	43.11	1.198
1.10	147.00	43.11	1.198
1.15	146.00	42.82	1.189
1.20	145.00	42.52	1.181

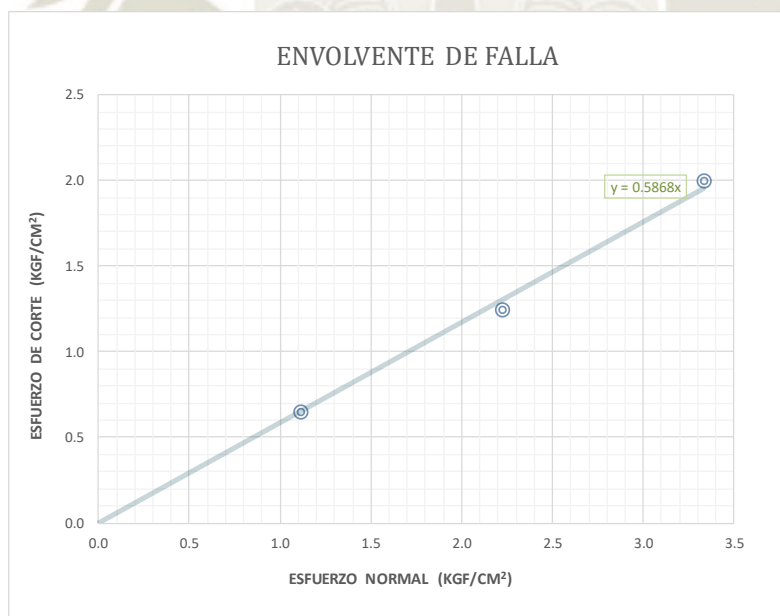
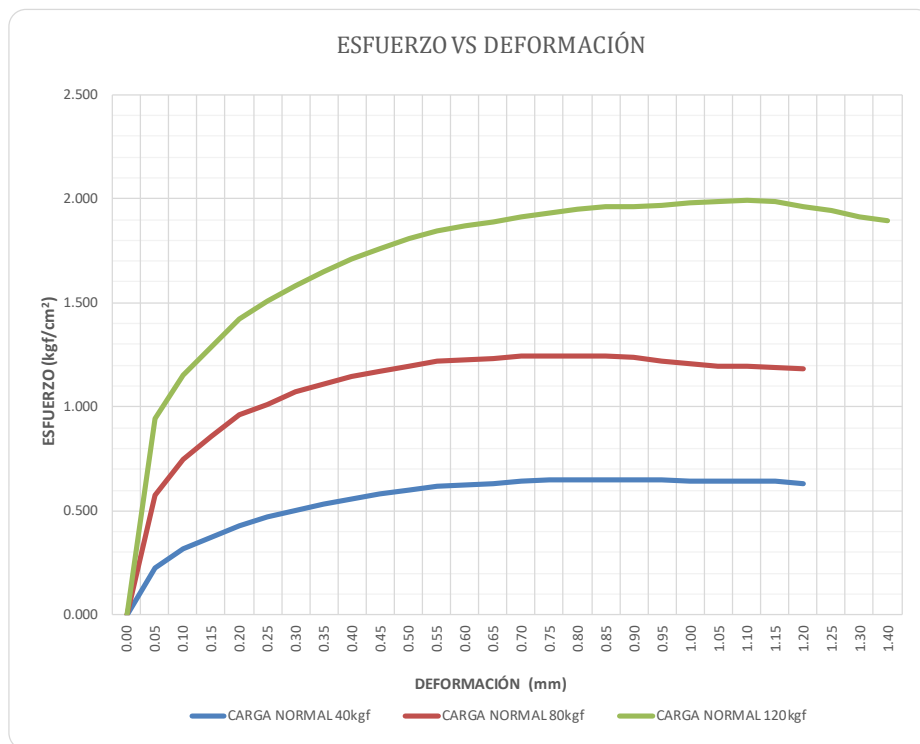
Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	220.1 g
Peso caja+suelo+concreto	2102.9 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	116.00	33.94	0.943
0.10	141.50	41.48	1.152
0.15	158.00	46.37	1.288
0.20	174.00	51.10	1.420
0.25	185.00	54.36	1.510
0.30	194.00	57.02	1.584
0.35	202.00	59.39	1.650
0.40	209.00	61.46	1.707
0.45	215.50	63.39	1.761
0.50	221.00	65.02	1.806
0.55	226.00	66.50	1.847
0.60	229.00	67.38	1.872
0.65	231.00	67.98	1.888
0.70	234.00	68.86	1.913
0.75	236.00	69.46	1.929
0.80	238.50	70.20	1.950
0.85	240.00	70.64	1.962
0.90	240.00	70.64	1.962
0.95	241.00	70.94	1.970
1.00	242.00	71.23	1.979
1.05	243.00	71.53	1.987
1.10	244.00	71.82	1.995
1.15	243.00	71.53	1.987
1.20	240.00	70.64	1.962
1.25	237.50	69.90	1.942
1.30	234.00	68.86	1.913
1.40	232.00	68.27	1.896

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.649
2.222	1.247
3.333	1.995



Ángulo de fricción $\delta' = 30^\circ$
Cohesión $C' = 0.00 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (SUELO-CONCRETO)

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE:	A =	36	cm ²
* DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR):	$\gamma_d \text{ max} =$	1.389	g/cm ³
* VELOCIDAD DE CORTE:	V =	0.4	mm/min
* RUGOSIDAD:	R=	0.17	

Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso del concreto	219.4 g
Peso caja+suelo+	2037.1 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	219.4 g
Peso caja+suelo+concreto	2037.1 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	29.00	8.47	0.235
0.10	38.00	11.10	0.308
0.15	44.00	12.85	0.357
0.20	49.00	14.31	0.397
0.25	53.00	15.48	0.430
0.30	56.00	16.35	0.454
0.35	59.00	17.23	0.479
0.40	61.00	17.81	0.495
0.45	62.00	18.10	0.503
0.50	63.00	18.40	0.511
0.55	64.00	18.69	0.519
0.60	64.50	18.83	0.523
0.65	64.50	18.83	0.523
0.70	64.50	18.83	0.523
0.75	65.00	18.98	0.527
0.80	65.00	18.98	0.527
0.85	65.00	18.98	0.527
0.90	65.00	18.98	0.527
0.95	65.00	18.98	0.527
1.00	65.00	18.98	0.527
1.05	65.00	18.98	0.527

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	55.00	16.06	0.446
0.10	81.00	23.65	0.657
0.15	96.00	28.03	0.779
0.20	108.00	31.57	0.877
0.25	120.00	35.12	0.976
0.30	128.00	37.49	1.041
0.35	130.00	38.08	1.058
0.40	133.00	38.97	1.082
0.45	136.00	39.86	1.107
0.50	138.00	40.45	1.124
0.55	140.00	41.04	1.140
0.60	142.00	41.63	1.156
0.65	144.00	42.22	1.173
0.70	145.00	42.52	1.181
0.75	145.00	42.52	1.181
0.80	145.00	42.52	1.181
0.85	145.00	42.52	1.181
0.90	145.00	42.52	1.181

Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	219.4 g
Peso caja+suelo+concreto	2037.1 g

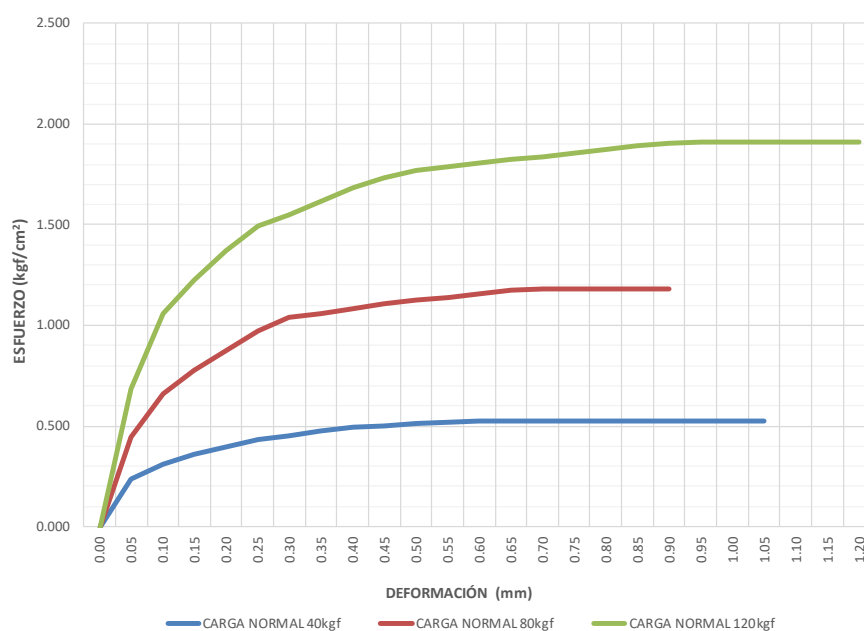
γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

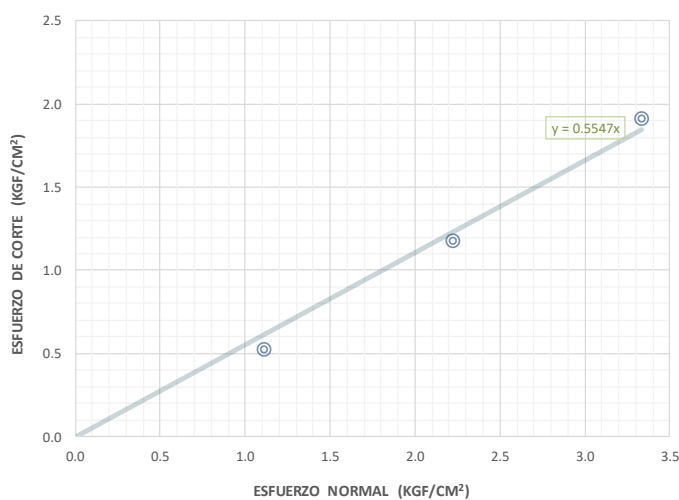
DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	84.00	24.53	0.681
0.10	130.00	38.08	1.058
0.15	150.00	44.00	1.222
0.20	168.00	49.33	1.370
0.25	183.00	53.77	1.494
0.30	190.00	55.84	1.551
0.35	198.00	58.21	1.617
0.40	206.00	60.58	1.683
0.45	212.00	62.35	1.732
0.50	216.50	63.68	1.769
0.55	219.00	64.42	1.790
0.60	221.00	65.02	1.806
0.65	223.00	65.61	1.822
0.70	225.00	66.20	1.839
0.75	227.00	66.79	1.855
0.80	229.00	67.38	1.872
0.85	231.50	68.12	1.892
0.90	233.00	68.57	1.905
0.95	234.00	68.86	1.913
1.00	234.00	68.86	1.913
1.05	234.00	68.86	1.913
1.10	234.00	68.86	1.913
1.15	234.00	68.86	1.913
1.20	234.00	68.86	1.913

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.527
2.222	1.181
3.333	1.913

ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



ENVOLVENTE DE FALLA



Ángulo de fricción $\delta' = 29^\circ$
Cohesión $C' = 0.00 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (SUELO-CONCRETO)

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE:	A =	36	cm ²
* DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR):	γ_d max =	1.389	g/cm ³
* VELOCIDAD DE CORTE:	V =	0.4	mm/min
* RUGOSIDAD	R=	0.08	

Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso del concreto	245.4 g
Peso caja+suelo+	2063.1 g

Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	245.4 g
Peso caja+suelo+concreto	2063.0 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	16.00	4.67	0.130
0.10	25.00	7.30	0.203
0.15	33.00	9.64	0.268
0.20	39.00	11.39	0.316
0.25	44.00	12.85	0.357
0.30	48.50	14.16	0.393
0.35	51.00	14.89	0.414
0.40	53.00	15.48	0.430
0.45	55.00	16.06	0.446
0.50	56.00	16.35	0.454
0.55	56.00	16.35	0.454
0.60	56.00	16.35	0.454
0.65	55.00	16.06	0.446
0.70	55.00	16.06	0.446
0.75	55.00	16.06	0.446
0.80	55.00	16.06	0.446
0.85	55.00	16.06	0.446

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	59.00	17.23	0.479
0.10	85.00	24.82	0.689
0.15	96.00	28.03	0.779
0.20	104.00	30.38	0.844
0.25	110.00	32.16	0.893
0.30	114.00	33.34	0.926
0.35	116.00	33.94	0.943
0.40	117.00	34.23	0.951
0.45	118.00	34.53	0.959
0.50	119.00	34.82	0.967
0.55	121.00	35.42	0.984
0.60	122.00	35.71	0.992
0.65	124.00	36.30	1.008
0.70	126.00	36.90	1.025
0.75	127.50	37.34	1.037
0.80	129.50	37.93	1.054
0.85	130.00	38.08	1.058
0.90	130.00	38.08	1.058
0.95	129.00	37.78	1.050
1.00	127.00	37.19	1.033
1.05	126.00	36.90	1.025
1.10	124.00	36.30	1.008
1.15	124.00	36.30	1.008
1.20	124.00	36.30	1.008
1.25	124.00	36.30	1.008

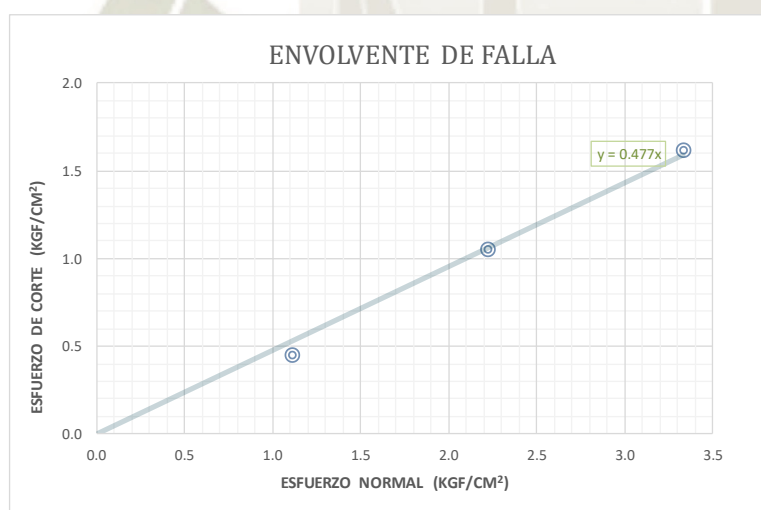
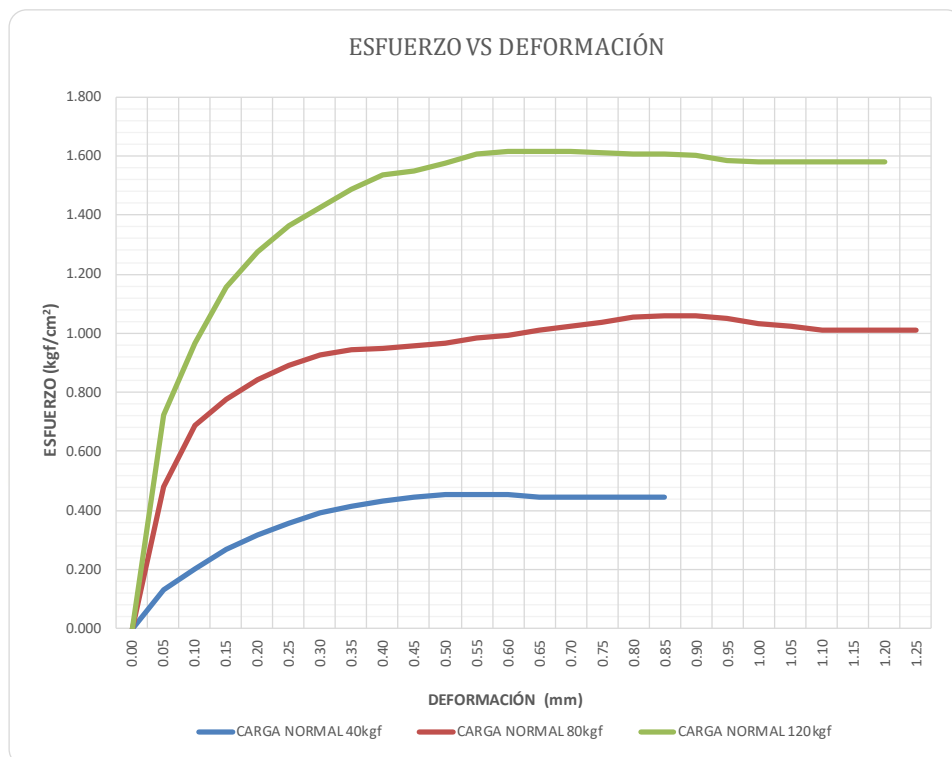
Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	245.4 g
Peso caja+suelo+concreto	2063.1 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	89.00	25.99	0.722
0.10	119.00	34.82	0.967
0.15	142.00	41.63	1.156
0.20	156.50	45.92	1.276
0.25	167.00	49.03	1.362
0.30	175.00	51.40	1.428
0.35	182.00	53.47	1.485
0.40	188.00	55.25	1.535
0.45	190.00	55.84	1.551
0.50	193.00	56.73	1.576
0.55	197.00	57.91	1.609
0.60	198.00	58.21	1.617
0.65	198.00	58.21	1.617
0.70	198.00	58.21	1.617
0.75	197.50	58.06	1.613
0.80	196.50	57.76	1.605
0.85	196.50	57.76	1.605
0.90	196.00	57.62	1.600
0.95	194.00	57.02	1.584
1.00	193.50	56.88	1.580
1.05	193.50	56.88	1.580
1.10	193.50	56.88	1.580
1.15	193.50	56.88	1.580
1.20	193.50	56.88	1.580

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.454
2.222	1.058
3.333	1.617



Ángulo de fricción $\delta' =$ 26 °

Cohesión $C' =$ 0.00 kgf/cm²

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (SUELO-CONCRETO)

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE:	A =	36	cm ²
* DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR):	γ_d max =	1.389	g/cm ³
* VELOCIDAD DE CORTE:	V =	0.4	mm/min
* RUGOSIDAD	R=	0.08	

Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	246.3 g
Peso caja+suelo+	2129.1 g

Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	246.3 g
Peso caja+suelo+concreto	2129.0 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	18.00	5.26	0.146
0.10	28.00	8.18	0.227
0.15	35.00	10.22	0.284
0.20	40.00	11.68	0.324
0.25	42.00	12.26	0.341
0.30	44.00	12.85	0.357
0.35	45.00	13.14	0.365
0.40	45.00	13.14	0.365
0.45	45.00	13.14	0.365
0.50	45.85	13.39	0.372
0.55	46.00	13.43	0.373
0.60	46.00	13.43	0.373
0.65	46.00	13.43	0.373
0.70	46.00	13.43	0.373
0.75	46.00	13.43	0.373
0.80	46.00	13.43	0.373
0.85	45.50	13.29	0.369
0.90	45.50	13.29	0.369
0.95	45.50	13.29	0.369
1.00	44.50	12.99	0.361
1.05	44.50	12.99	0.361

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	54.00	15.77	0.438
0.10	71.00	20.73	0.576
0.15	80.00	23.36	0.649
0.20	87.00	25.40	0.706
0.25	93.00	27.16	0.754
0.30	97.00	28.32	0.787
0.35	100.00	29.20	0.811
0.40	103.00	30.09	0.836
0.45	106.00	30.98	0.860
0.50	108.00	31.57	0.877
0.55	110.50	32.31	0.897
0.60	112.00	32.75	0.910
0.65	113.00	33.05	0.918
0.70	114.50	33.49	0.930
0.75	115.00	33.64	0.934
0.80	115.00	33.64	0.934
0.85	114.00	33.34	0.926
0.90	111.00	32.46	0.902
0.95	109.00	31.86	0.885
1.00	109.00	31.86	0.885
1.05	109.00	31.86	0.885
1.10	109.00	31.86	0.885
1.15	109.00	31.86	0.885

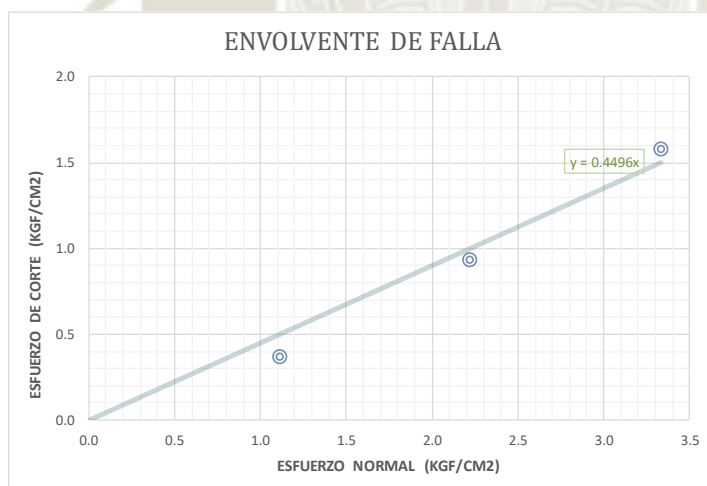
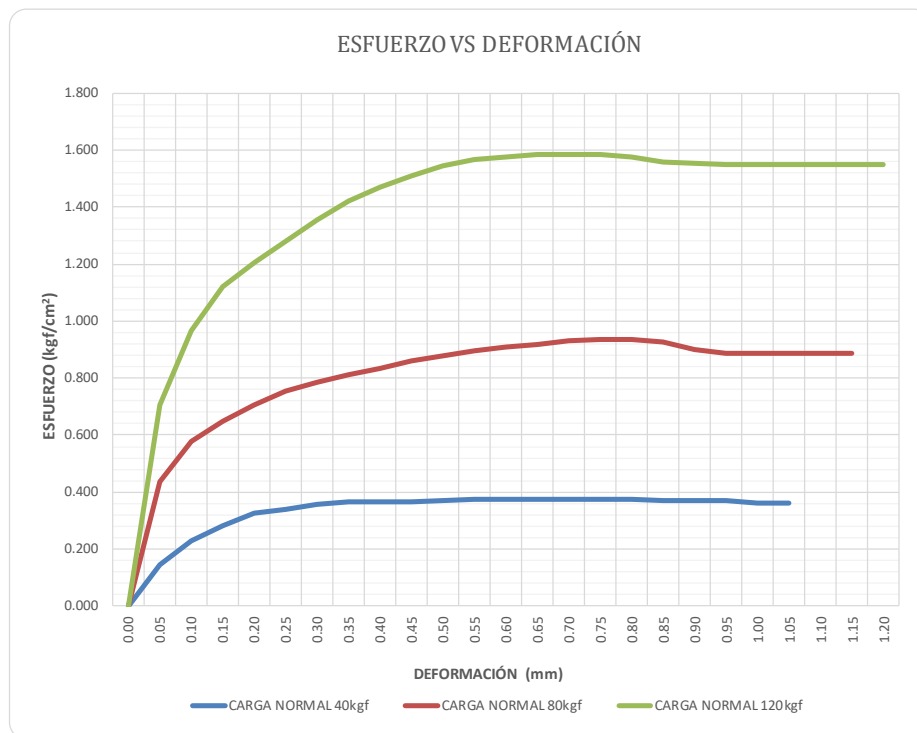
Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	246.3 g
Peso caja+suelo+concreto	2129 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	87.00	25.40	0.706
0.10	119.00	34.82	0.967
0.15	137.50	40.30	1.119
0.20	148.00	43.41	1.206
0.25	157.00	46.07	1.280
0.30	166.00	48.74	1.354
0.35	174.00	51.10	1.420
0.40	180.00	52.88	1.469
0.45	185.00	54.36	1.510
0.50	189.00	55.54	1.543
0.55	192.00	56.43	1.568
0.60	193.00	56.73	1.576
0.65	194.00	57.02	1.584
0.70	194.00	57.02	1.584
0.75	194.00	57.02	1.584
0.80	193.00	56.73	1.576
0.85	191.00	56.14	1.559
0.90	190.50	55.99	1.555
0.95	190.00	55.84	1.551
1.00	190.00	55.84	1.551
1.05	190.00	55.84	1.551
1.10	190.00	55.84	1.551
1.15	190.00	55.84	1.551
1.20	190.00	55.84	1.551

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.373
2.222	0.934
3.333	1.584



Ángulo de fricción $\delta' = 24^\circ$

Cohesión $C' = 0.00 \text{ kgf/cm}^2$

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (SUELO-CONCRETO)

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE:	A =	36	cm ²
* DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR):	γ_d max =	1.389	g/cm ³
* VELOCIDAD DE CORTE:	V =	0.4	mm/min
* RUGOSIDAD	R=	0.08	

Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	244.9 g
Peso caja+suelo+	2127.7 g

Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	244.9 g
Peso caja+suelo+ concreto	2127.7 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	28.50	8.32	0.231
0.10	35.50	10.37	0.288
0.15	40.00	11.68	0.324
0.20	43.00	12.56	0.349
0.25	45.50	13.29	0.369
0.30	48.00	14.02	0.389
0.35	49.00	14.31	0.397
0.40	49.50	14.45	0.402
0.45	50.00	14.60	0.406
0.50	50.00	14.60	0.406
0.55	49.50	14.45	0.402
0.60	50.00	14.60	0.406
0.65	50.00	14.60	0.406
0.70	49.50	14.45	0.402
0.75	49.00	14.31	0.397
0.80	49.00	14.31	0.397
0.85	49.00	14.31	0.397
0.90	48.00	14.02	0.389
0.95	48.00	14.02	0.389
1.00	46.00	13.43	0.373
1.05	46.00	13.43	0.373

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	60.50	17.67	0.491
0.10	80.00	23.36	0.649
0.15	96.50	28.18	0.783
0.20	106.00	30.98	0.860
0.25	115.00	33.64	0.934
0.30	121.00	35.42	0.984
0.35	128.00	37.49	1.041
0.40	132.00	38.67	1.074
0.45	137.00	40.15	1.115
0.50	138.00	40.45	1.124
0.55	141.00	41.34	1.148
0.60	142.50	41.78	1.161
0.65	145.00	42.52	1.181
0.70	145.00	42.52	1.181
0.75	146.50	42.96	1.193
0.80	147.00	43.11	1.198
0.85	147.00	43.11	1.198
0.90	148.50	43.56	1.210
0.95	149.00	43.70	1.214
1.00	148.00	43.41	1.206
1.05	147.50	43.26	1.202
1.10	147.50	43.26	1.202
1.15	147.00	43.11	1.198
1.20	147.00	43.11	1.198

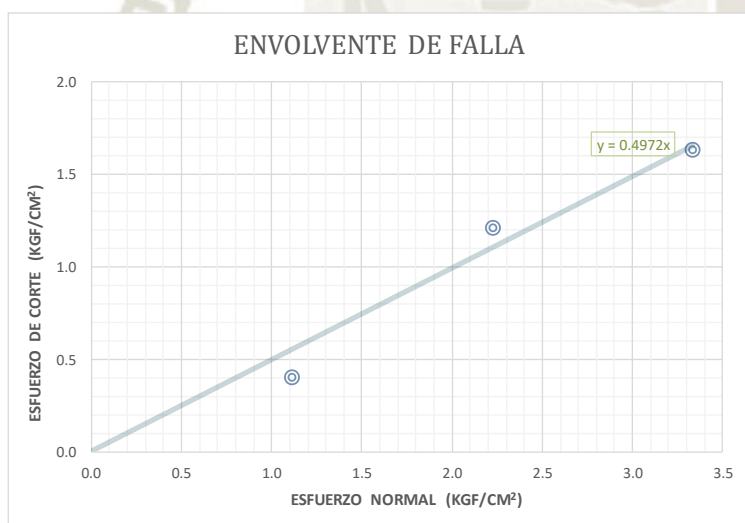
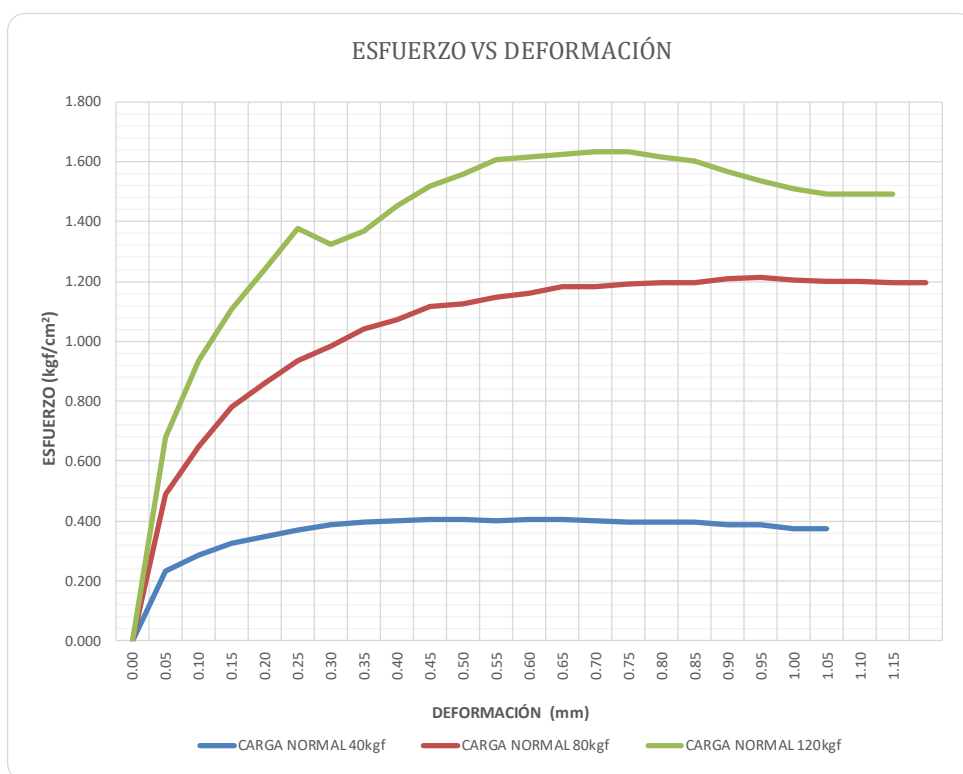
Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	244.9 g
Peso caja+suelo+concreto	2127.6 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	84.00	24.53	0.681
0.10	115.00	33.64	0.934
0.15	136.00	39.86	1.107
0.20	152.00	44.59	1.239
0.25	169.00	49.62	1.378
0.30	162.50	47.70	1.325
0.35	168.00	49.33	1.370
0.40	178.00	52.29	1.452
0.45	186.00	54.66	1.518
0.50	191.00	56.14	1.559
0.55	196.50	57.76	1.605
0.60	198.00	58.21	1.617
0.65	199.00	58.50	1.625
0.70	200.00	58.80	1.633
0.75	200.00	58.80	1.633
0.80	198.00	58.21	1.617
0.85	196.00	57.62	1.600
0.90	192.00	56.43	1.568
0.95	188.00	55.25	1.535
1.00	185.00	54.36	1.510
1.05	183.00	53.77	1.494
1.10	183.00	53.77	1.494
1.15	183.00	53.77	1.494

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²)	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²)
τ	σ
1.111	0.406
2.222	1.214
3.333	1.633



Ángulo de fricción $\delta' =$ 26 °
Cohesión $C' =$ 0.00 kgf/cm²

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (SUELO-CONCRETO)

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE:	A =	36	cm ²
* DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR):	γ_d max =	1.389	g/cm ³
* VELOCIDAD DE CORTE:	V =	0.4	mm/min
* RUGOSIDAD	R=	0.08	

Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso del concreto	245.9 g
Peso caja+suelo+	2063.5 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	245.9 g
Peso caja+suelo+concreto	2063.6 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	25.00	7.30	0.203
0.10	30.00	8.76	0.243
0.15	32.50	9.49	0.264
0.20	35.00	10.22	0.284
0.25	35.00	10.22	0.284
0.30	36.00	10.51	0.292
0.35	36.00	10.51	0.292
0.40	36.50	10.66	0.296
0.45	37.00	10.80	0.300
0.50	38.00	11.10	0.308
0.55	39.00	11.39	0.316
0.60	39.00	11.39	0.316
0.65	39.00	11.39	0.316
0.70	39.00	11.39	0.316
0.75	39.00	11.39	0.316

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	60.00	17.52	0.487
0.10	78.00	22.78	0.633
0.15	89.00	25.99	0.722
0.20	95.50	27.89	0.775
0.25	100.00	29.20	0.811
0.30	104.00	30.38	0.844
0.35	107.00	31.27	0.869
0.40	110.50	32.31	0.897
0.45	112.00	32.75	0.910
0.50	114.00	33.34	0.926
0.55	116.00	33.94	0.943
0.60	117.00	34.23	0.951
0.65	118.00	34.53	0.959
0.70	118.00	34.53	0.959
0.75	117.00	34.23	0.951
0.80	115.00	33.64	0.934
0.85	114.00	33.34	0.926
0.90	110.00	32.16	0.893
0.95	108.00	31.57	0.877
1.00	108.00	31.57	0.877
1.05	108.00	31.57	0.877
1.10	108.00	31.57	0.877
1.15	108.00	31.57	0.877

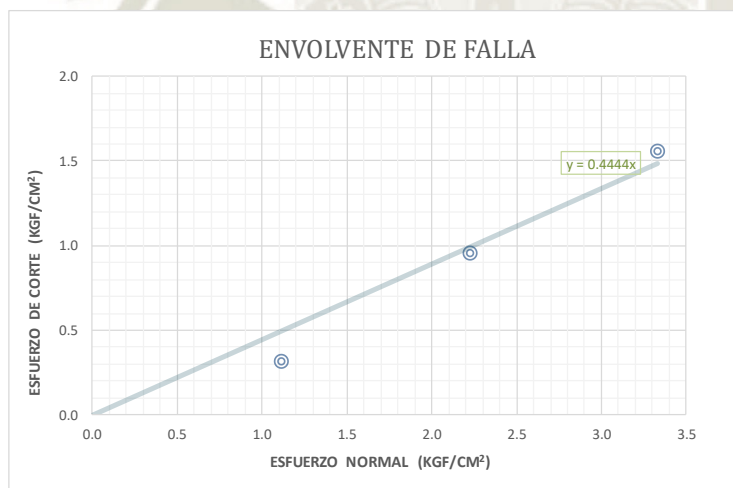
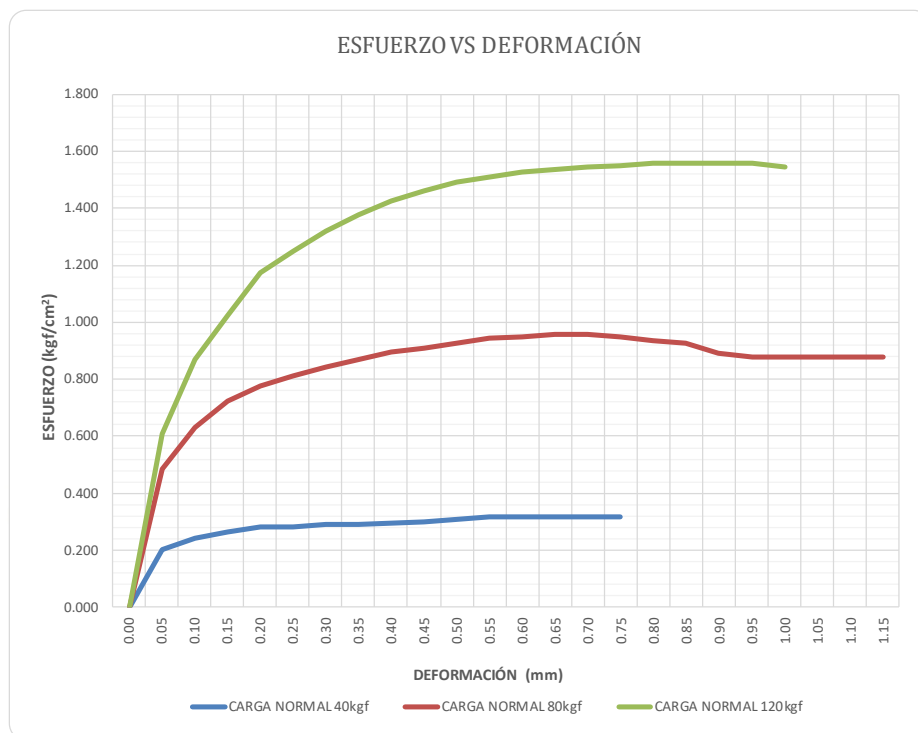
Caja	2
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1767.7 g
Peso de concreto	245.9 g
Peso caja+suelo+concreto	2063.6 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	75.00	21.90	0.608
0.10	107.00	31.27	0.869
0.15	126.00	36.90	1.025
0.20	144.00	42.22	1.173
0.25	153.50	45.04	1.251
0.30	162.00	47.55	1.321
0.35	169.00	49.62	1.378
0.40	175.00	51.40	1.428
0.45	179.00	52.58	1.461
0.50	183.00	53.77	1.494
0.55	185.00	54.36	1.510
0.60	187.00	54.95	1.526
0.65	188.00	55.25	1.535
0.70	189.00	55.54	1.543
0.75	190.00	55.84	1.551
0.80	191.00	56.14	1.559
0.85	191.00	56.14	1.559
0.90	191.00	56.14	1.559
0.95	191.00	56.14	1.559
1.00	189.00	55.54	1.543

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.316
2.222	0.959
3.333	1.559



Ángulo de fricción $\delta' =$ 24 °

Cohesión $C' =$ 0.00 kgf/cm²

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (SUELO-CONCRETO)

NOMBRE DE TESIS: "Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa"

DATOS GENERALES:

* AREA DE LA CAJA DE CORTE:	A =	36	cm ²
* DENSIDAD SECA MÁXIMA (PROCTOR):	γ_d max =	1.389	g/cm ³
* VELOCIDAD DE CORTE:	V =	0.4	mm/min
* RUGOSIDAD	R=	0.08	

Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	246.1 g
Peso caja+suelo+concreto	2128.8 g

Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	246.1 g
Peso caja+suelo+concreto	2128.9 g

γ_d obtenida	1.386 g/cm ³
---------------------	-------------------------

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	40 kgf
--------------	--------

Carga Normal	80 kgf
--------------	--------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	23.00	6.72	0.187
0.10	35.00	10.22	0.284
0.15	44.00	12.85	0.357
0.20	48.00	14.02	0.389
0.25	50.00	14.60	0.406
0.30	52.00	15.18	0.422
0.35	53.00	15.48	0.430
0.40	54.00	15.77	0.438
0.45	52.00	15.18	0.422
0.50	52.00	15.18	0.422
0.55	53.00	15.48	0.430
0.60	52.50	15.33	0.426
0.65	53.00	15.48	0.430
0.70	52.00	15.18	0.422
0.75	52.00	15.18	0.422
0.80	52.00	15.18	0.422
0.85	52.00	15.18	0.422
0.90	52.00	15.18	0.422

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	60.00	17.52	0.487
0.10	84.00	24.53	0.681
0.15	98.00	28.62	0.795
0.20	105.00	30.68	0.852
0.25	111.00	32.46	0.902
0.30	115.00	33.64	0.934
0.35	119.00	34.82	0.967
0.40	121.00	35.42	0.984
0.45	123.00	36.01	1.000
0.50	124.00	36.30	1.008
0.55	124.00	36.30	1.008
0.60	125.00	36.60	1.017
0.65	126.00	36.90	1.025
0.70	127.00	37.19	1.033
0.75	126.00	36.90	1.025
0.80	127.00	37.19	1.033
0.85	128.00	37.49	1.041
0.90	129.00	37.78	1.050
0.95	130.00	38.08	1.058
1.00	130.00	38.08	1.058
1.05	130.00	38.08	1.058
1.10	129.00	37.78	1.050
0.90	128.00	37.49	1.041
0.95	128.00	37.49	1.041
1.00	128.00	37.49	1.041

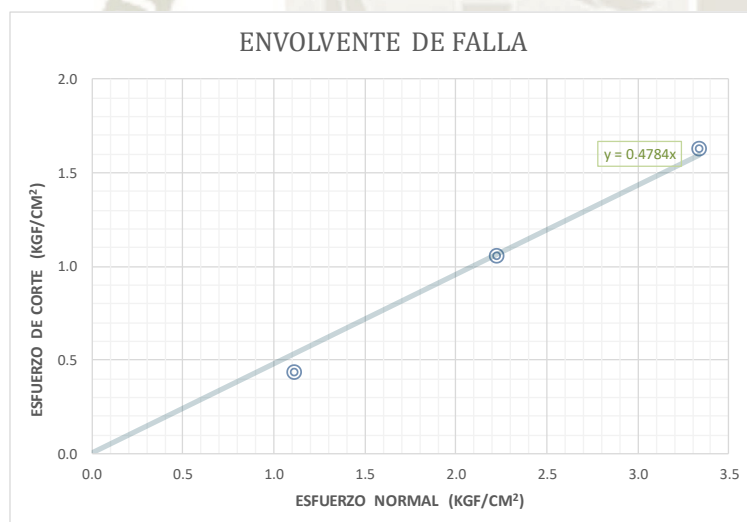
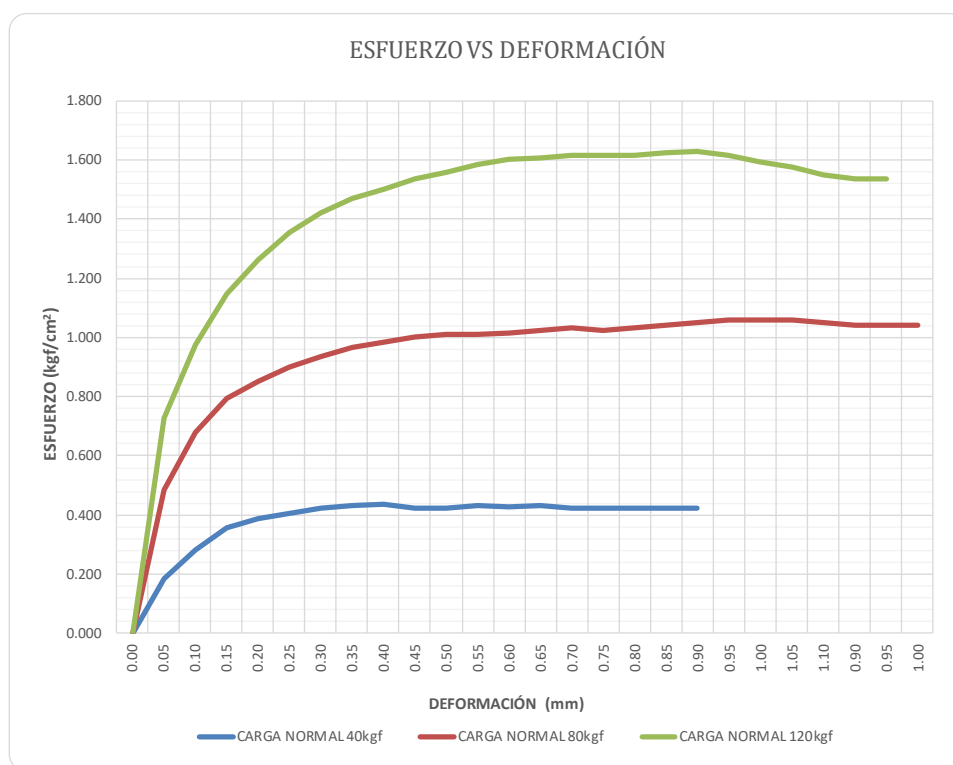
Caja	1
Volumen Caja	36 cm ³
Peso Caja	1832.8 g
Peso de concreto	246.1 g
Peso caja+suelo+concreto	2128.9 g

γ_d obtenida	1.389 g/cm ³
---------------------	-------------------------

Carga Normal	120 kgf
--------------	---------

DATOS DE LABORATORIO		CALCULOS	
DEFORMACIÓN (mm)	LECTURA LABORATORIO	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.000
0.05	90.00	26.28	0.730
0.10	120.00	35.12	0.976
0.15	141.00	41.34	1.148
0.20	155.00	45.48	1.263
0.25	166.00	48.74	1.354
0.30	174.00	51.10	1.420
0.35	180.00	52.88	1.469
0.40	184.00	54.06	1.502
0.45	188.00	55.25	1.535
0.50	191.00	56.14	1.559
0.55	194.00	57.02	1.584
0.60	196.00	57.62	1.600
0.65	197.00	57.91	1.609
0.70	198.00	58.21	1.617
0.75	198.00	58.21	1.617
0.80	198.00	58.21	1.617
0.85	199.00	58.50	1.625
0.90	199.50	58.65	1.629
0.95	198.00	58.21	1.617
1.00	195.00	57.32	1.592
1.05	193.00	56.73	1.576
1.10	190.00	55.84	1.551
1.15	188.00	55.25	1.535
1.20	188.00	55.25	1.535

ENVOLVENTE DE FALLA	
ESFUERZO DE CORTE (kgf/cm ²) τ	ESFUERZO NORMAL (kgf/cm ²) σ
1.111	0.438
2.222	1.058
3.333	1.629



Ángulo de fricción $\delta' =$ 26 °
Cohesión $C' =$ 0.00 kgf/cm²

ANEXO E: CERTIFICADO DEL ENSAYO CON EL PÉNDULO BRITÁNICO

NOMBRE DE “Análisis comparativo entre los parámetros de rozamiento teóricos y experimentales en la interacción
TESIS: puzolana-concreto en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa”

ENSAYO:	Terceizado
FECHA ENSAYO:	04/07/2019
FECHA EMISIÓN:	04/07/2019

[illegible]

ANEXO F: DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN



DISEÑO 1: $\delta = 1/2 \phi$

DATOS

SUELO DE FUNDACIÓN

$\phi' n$	35	°
$\delta' n$	17.50	°
γn	1.26	g/cm ³
c'	0	kgf/cm ²
D_f	1.20	m
q_u	5.04	kgf/cm ²

SUELO DE RELLENO

$\phi' r$	43	°
$\delta' r$	22	°
γr	1.39	g/cm ³
$c' r$	0	kgf/cm ²

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

f'_c	210	kgf/cm ²
f_y	4200	kgf/cm ²
γ_c	2.4	g/cm ³

DATOS EXTRA

ZONA	3	
Z	0.35	g
S/C	0.5	tnf/m ²

DIMENSIONES DE MURO

Altura total	H_t	4.20	m
Altura de zapata	H_z	0.45	m
Base	B	2.40	m
Pie	P	0.65	m
Corona	t_1	0.30	m
Base de pantalla	t_2	0.40	m

Talón	T	1.35	m
--------------	-----	------	---

¿Se utilizará dentellón? SI *Escoger

Altura de dentellón H_d 0.45 m

Diseño con sobrecarga: SI *Escoger

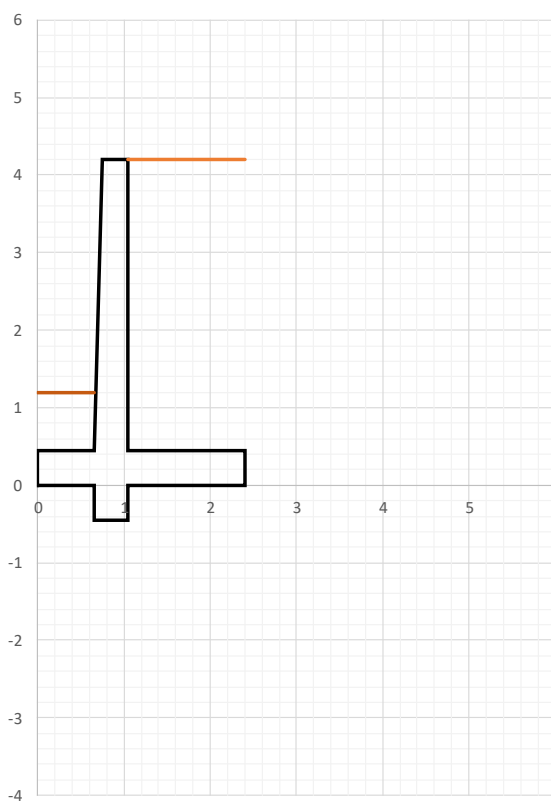
Diseño con pasivo: NO *Escoger

Método: Rankine *Escoger

* Este diseño es para muros en voladizo no mayores a 6m y con ángulos:

$\psi = 90^\circ$
 $\beta = 0^\circ$

ESQUEMA (m)



RESUMEN

CHEQUEO DISEÑO ESTÁTICO

$$FSD = \frac{\Sigma fr}{\Sigma fa} = \frac{4.24}{2.71} = 1.56 > 1.50 \quad \text{CUMPLE}$$

$$FSV = \frac{\Sigma Me}{\Sigma Mv} = \frac{19.17}{4.08} = 4.70 > 1.50 \quad \text{CUMPLE}$$

Excentricidad ex < B/6 Codición
0.079 m < 0.40 **CUMPLE**

σ max 0.67 kgf/cm² < 1.68 **CUMPLE**
σ min 0.45 kgf/cm² < 1.68 **CUMPLE**

CHEQUEO DISEÑO DINÁMICO

$$FSD = \frac{\Sigma fr}{\Sigma fa} = \frac{11.46}{4.37} = 2.62 > 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

$$FSV = \frac{\Sigma Me}{\Sigma Mv} = \frac{18.00}{7.54} = 2.39 > 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

Excentricidad ex < B/6 Codición
0.381 m < 0.40 **CUMPLE**

σ max 1.04 kgf/cm² < 2.02 **CUMPLE**
σ min 0.03 kgf/cm² < 2.02 **CUMPLE**

CÁLCULOS

DISEÑO ESTÁTICO

CENTRO DE GRAVEDAD MURO DE CONTENCIÓN

FIGURA	W (T/m)	bx (m)	by (m)	Mx (T*m/m)	My (T*m/m)
1	2.70	0.90	2.40	2.43	6.48
2	0.45	0.72	1.70	0.32	0.77
3	2.59	1.20	0.23	3.11	0.58
	5.74			5.86	7.83

$$x_{cg} = 1.02 \text{ m}$$

$$y_{cg} = 1.36 \text{ m}$$

ÁNGULOS A USAR

$$\beta = 0^\circ$$

$$\psi = 90^\circ$$

$$\phi_r = 43.00^\circ$$

$$\delta_r = 0.00^\circ$$

COEFICIENTE ACTIVO

$$K_a = 0.189$$

COEFICIENTE PASIVO

$$K_p =$$

FUERZAS

Peso del muro	Wc=	5.74 tnf/m
Peso de sobrecarga	Ws=	0.68 tnf/m
Peso de relleno	Wr=	7.04 tnf/m

EMPUJES

Empuje del suelo	Ea =	2.32 tnf/m
	Es =	
Empuje de sobrecarga	Es=	0.40 tnf/m

FUERZA ACTIVA HORIZONTAL TOTAL

$$F_a = 2.71 \text{ tnf/m}$$

FUERZA DE ROCE

RESULTANTE VERTICAL	Rv =	13.45 tnf/m
COHESION CASTIGADA	c' =	0 tnf/m ²
EMPUJE PASIVO	Ep =	0 tnf/m

* no se utilizara en este ejercicio empuje pasivo

$$F_r = 4.24 \text{ tnf/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$$F_{sd} = F_r / F_a$$

$$F_{sd} = 1.56 \text{ tnf/m} \geq 1.5 \text{ CUMPLE}$$

CUADRO DE MOMENTOS

Fuerza	tnf/m	Brazo	m	Momento	tnf*m/m
Ea	2.32	1.40	3.25	Mv (Momento de volcamiento)	4.08 tnf*m/m
Es	0.40	2.10	0.83		
Ws	0.68	1.73	1.16	Me (Momento estabilizante)	19.17 tnf*m/m
Wr	7.04	1.73	12.14		
Wc	5.74	1.02	5.86		

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLTEO

$$F_{sv} = M_e / M_v$$

$$F_{sv} = 4.70 \text{ tnf/m} \geq 1.5 \text{ CUMPLE}$$

ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS_{cp}}$$

$$FS_{cp} \geq 3$$

$$\sigma_{adm} = 1.68 \text{ kgf/cm}^2$$

Punto de aplicación de la fuerza resultante

$$X_r = 1.12 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante

$$e_x = 0.079 \text{ m} < \frac{B}{6} = 0.40 \text{ Codición CUMPLE}$$

Presión de contacto

σ_{max}	0.67 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE
σ_{min}	0.45 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE

DISEÑO CONSIDERANDO SISMO

Coefficiente sísmico horizontal

$$C_{sh} = 0.5Z \quad C_{sh} = 0.175 \text{ g}$$

Coefficiente sísmico vertical

$$C_{sv} = 0.7 C_{sh} \quad C_{sv} = 0.123 \text{ g}$$

Ángulo teta θ

$$\theta = \arctan(C_{sh} / (1 - C_{sv})) \quad \theta = 11.28^\circ$$

Fuerza sísmica de peso propio

$$F_{spp} = C_{sh} \cdot W_c \quad F_{spp} = 1.005 \text{ tnf/m}$$

Coefficiente de presión dinámica activa K_{as}

para: $\beta < \phi - \theta$

$$K_{as} = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\text{Cos} \theta \cdot \text{Sen}^2 \psi \cdot \text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \left[1 + \frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \cdot \text{Sen}(\psi + \beta)} \right]}$$

para: $\beta > \phi - \theta$

$$K_{as} = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\text{Cos} \theta \cdot \text{Sen}^2 \psi \cdot \text{Sen}(\psi - \delta - \theta)}$$

$$\beta < \phi - \theta \quad 0 < 31.72$$

$$\beta < \quad K_{as} = 0.286$$

$$\beta > \quad K_{as} = 0.878$$

$$K_{as} = 0.286$$

Incremento dinámico del empuje activo de la tierra

$$\Delta DE_a = \left(\frac{1}{2} \gamma H^2 \right) (K_{as} - K_a)(1 - C_w)$$

$$\Delta De_a = 1.044 \text{ tnf/m}$$

$E_a =$	2.32	→	100%
$\Delta De_a =$	1.044	→	x
	x =		45%

El incremento dinámico calculado es aproximadamente un 45% del empuje activo.

EMPUJE HORIZONTAL TOTAL

$$E_{a+\Delta} = E_a + \Delta DE_a + F_{app}$$

$$E_{a+\Delta} = 4.367 \text{ tnf/m}$$

Resultante de esfuerzos verticales

$$R_v = W_c + W_r + \Delta De_a + E_a + v$$

$$R_v = 12.78 \text{ tnf/m}$$

FUERZA DE ROCE

RESULTANTE VERTICAL

$$R_v = 12.78 \text{ tnf/m}$$

COHESION CASTIGADA

$$c' = 0 \text{ tnf/m}^2$$

EMPUJE PASIVO

$$E_p = 0 \text{ tnf/m} \quad * \text{ no se utilizara en este ejercicio empuje pasivo}$$

$$F_r = 4.03 \text{ tnf/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$$F_s = F_r / F_a$$

$$F_{sd} = 0.92 \text{ tnf/m} \geq 1.25 \quad \text{NO cumple}$$

NOTA: POR NO CUMPLIR SE AUMENTARA LA BASE O SE COLOCA UN DENTELLÓN.

DISEÑO CON DENTELLON
COFECIENTE DE EMPUJE PASIVO DEL DENTELLÓN

$$K_p = 7.357$$

Ángulos a usar

$$\beta = 0^\circ$$

$$\psi = 90^\circ$$

$$\phi_n = 35.00^\circ$$

$$\delta_n = 17.50^\circ$$

Presión pasiva superior en dentellón

$$\sigma_{ps} = \gamma D_f K_p$$

$$\sigma_{ps} = 11.123 \text{ tnf/m}^2$$

Presión pasiva inferior en dentellón

$$\sigma_{pi} = \gamma (D_f + H) K_p$$

$$\sigma_{pi} = 15.29 \text{ tnf/m}^2$$

EMPUJE PASIVO ACTUANDO SOBRE EL DENTELLÓN

$$E_p = 5.94 \text{ tnf/m}$$

FUERZA DE ROCE Fr

RESULTANTE VERTICAL

$$R_v = 12.78 \text{ tnf/m}$$

COHESION CASTIGADA

$$c' = 0 \text{ tnf/m}^2$$

EMPUJE PASIVO

$$E_p = 5.94 \text{ tnf/m}$$

$$\mu = 0.43$$

$$F_r = 11.46 \text{ tnf/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$$F_s = F_r / F_a$$

$$F_{sd} = 2.62 \text{ tnf/m} \geq 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

Fuerza	Brazo	Momento			
tnf/m	m	tnf*m /m			
Ea h	2.32	1.40	3.25	Mv (Momento de volcamiento)	7.54 tnf*m /m
Δ Dea h	1.04	2.80	2.92		
Fsp	1.005	1.36	1.37		
Wr	7.04	1.73	12.14	Me (Momento estabilizante)	18.00 tnf*m /m
Δ Dea V	0.00	2.40	0.00		
Wc	5.74	1.02	5.86		
Ea v	0.00	2.40	0.00		

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLCAMIENTO

$$Fsv = Me / Mv$$

$$Fsv = 2.39 \quad tnf / m \quad \geq 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS_{cp}} \quad FS_{cp} \geq 2.5$$

$$\sigma_{adm} = 2.016 \quad kgf/cm^2$$

Punto de aplicación de la fuerza resultante

$$Xr = 0.82 \quad m$$

Excentricidad de la fuerza resultante

$$ex = 0.381 \quad m < B/6 \quad \text{Codición CUMPLE}$$

Presión de contacto

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= 1.040 \quad kgf/cm^2 < 2.02 \quad \text{CUMPLE} \\ \sigma_{min} &= 0.025 \quad kgf/cm^2 < 2.02 \quad \text{CUMPLE} \end{aligned}$$

DISEÑO CONSIDERANDO SISMO

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

PUNTERA

PESO PROPIO por metro lineal

$$\begin{aligned} W_{pp} &= 0.702 \quad tnf \\ b_{pp} &= 0.325 \quad m \end{aligned}$$

REACCION DEL SUELO

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= 0.67 \quad kgf/cm^2 \\ \sigma_{min} &= 0.45 \quad kgf/cm^2 \\ \sigma_1 &= 0.611 \quad kgf/cm^2 \\ R_{sl} &= 4.166 \quad tnf \end{aligned}$$

TALÓN

PESO PROPIO por metro lineal

$$\begin{aligned} W_{pp} &= 1.458 \quad tnf \\ b_{pp} &= 0.675 \quad m \end{aligned}$$

REACCION DEL SUELO

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= 0.67 \quad kgf/cm^2 \\ \sigma_{min} &= 0.45 \quad kgf/cm^2 \\ \sigma_2 &= 0.574 \quad kgf/cm^2 \\ R_{sl} &= 6.917 \quad tnf \end{aligned}$$

FUERZA CORTANTE V 1-1

V 1-1 = 3.464 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 1-1

	AREA (T)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
Triángulo	0.194	0.433	0.084
Rectángulo	3.972	0.325	1.291
(-)Peso Pr.	0.702	0.325	0.228

M 1-1 = 1.147 tnf*m

FUERZAS ACTUANTES

W_r = 7.04 tnf
W_s = 0.68 tnf
b_r = 0.7 m

FUERZA CORTANTE V 2-2

V 2-2 = -2.253 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 2-2

	AREA (T)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
(-)Triángulo	0.837	0.450	0.376
(-)Rectáng.	6.081	0.675	4.104
Peso Propio	1.458	0.675	0.984
P. Relleno	7.037	0.675	4.750
P. Sobrec.	0.675	0.675	0.456

M 2-2 = 1.709 tnf*m

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO
PUNTERA
PESO PROPIO por metro lineal

W_{pp} = 0.702 tnf
b_{pp} = 0.325 m

REACCION DEL SUELO

σ_{max} = 1.04 kgf/cm²
σ_{min} = 0.03 kgf/cm²
σ₁ = 0.740 kgf/cm²

R_{sl} = 5.785 tnf

FUERZA CORTANTE V 1-1

V 1-1 = 5.083 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 1-1

	AREA (T)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
Triángulo	1.499	0.217	0.325
Rectángulo	4.810	0.325	1.563
(-)Peso Pr.	0.702	0.325	0.228

M 1-1 = 1.660 tnf*m

TALÓN
PESO PROPIO por metro lineal

W_{pp} = 1.458 tnf
b_{pp} = 0.675 m

REACCION DEL SUELO

σ_{max} = 1.04 kgf/cm²
σ_{min} = 0.03 kgf/cm²
σ₂ = 0.571 kgf/cm²

R_{sl} = 4.022 tnf

FUERZAS ACTUANTES

W_r = 7.04 tnf
b_r = 0.7 m

FUERZA CORTANTE V 2-2

V 1-1 = -4.473 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 2-2

	AREA (T)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
(-)Triángulo	3.853	0.450	1.734
Peso Propio	1.458	0.675	0.984
P. Relleno	7.037	0.675	4.750

M 2-2 = 4.000 tnf*m

DISEÑO DE ZAPATA POR CORTE

DATOS

Factor de amplificación de cargas (Norma E 060)	$F_{Cu} =$	1.372
Recubrimiento expuesto a suelo (Norma E 060)	$r =$	10 cm
Altura de la base	$AB =$	45 cm
Peralte efectivo inferior	$d =$	35 cm
Peralte efectivo superior	$d =$	40 cm
Factor de minoración de resistencia cortante	$\Phi =$	0.7
Profundidad (metro lineal)	$p =$	100 cm

CORTE MAXIMO

 $V_{max} = 4.473 \text{ tnf}$

CORTE MAXIMO ÚLTIMO

 $V_u = 6.134 \text{ tnf}$

CORTE MAXIMO RESISTENTE DEL CONCRETO

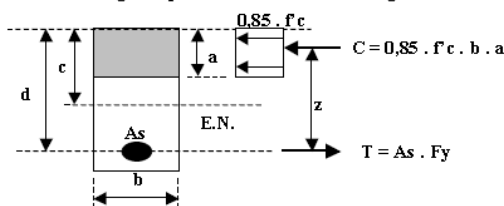
 $V_c = 26.882 \text{ tnf}$
 $V_u/\Phi = 8.76 \text{ tnf}$
 $V_c > V_u/\Phi$
CUMPLE

DISEÑO DE ZAPATA POR FLEXIÓN

La altura útil efectiva requerida en una sección considerada, en zonas sísmicas:

$$d \geq \sqrt{\frac{M_u}{0.189 \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b}}$$

Flexión en Vigas: equilibrio de fuerzas con Diagrama de Whitney



DATOS

Factor de minoración de resistencia por flexión	$\Phi =$	0.9
Resistencia a la compresión	$f'_c =$	210.00 kgf/cm ²
Resistencia a la flexión	$f_y =$	4200.00 kgf/cm ²

MOMENTOS ULTIMOS

En puntera: $M_u \text{ 1-1} = 2.28 \text{ tnf} \cdot \text{m}$ En talón: $5.49 \text{ tnf} \cdot \text{m}$

Verificación del espesor de losa

 $d \geq 12.39 \text{ cm}$
 $e = 17.39 \text{ cm} < 45 \text{ cm}$
CUMPLE

ACERO por metro lineal

Cuántía mínima	$\rho =$	0.0018
Acero mínimo	$A_{s \text{ min}} =$	8.10 cm ² /ml
	$\bar{n} =$	4.25

inferior	$A_{s \text{ punt}} =$	1.73 cm ² /ml
superior	$A_{s \text{ talon}} =$	3.67 cm ² /ml

A usar:	
$A_{s \text{ punt}}$	8.10 cm ²
$A_{s \text{ talon}}$	8.10 cm ²

DISEÑO DE ACERO

PUNTERA				TALON			
Longitudinal				Longitudinal			
3/8"	8.77	cm		3/8"	8.77	cm	
1/2"	15.93	cm		1/2"	15.93	cm	
5/8"	24.69	cm		5/8"	24.69	cm	
3/4"	35.19	cm		3/4"	35.19	cm	
Transversal				Transversal			
3/8"	11.27	cm		3/8"	9.86	cm	
1/2"	20.48	cm		1/2"	17.92	cm	
5/8"	31.75	cm		5/8"	27.78	cm	
3/4"	45.24	cm		3/4"	39.58	cm	

DISEÑO DE LA PANTALLA

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

Empuje activo de la tierra E_a	$E_a =$	0.131 y^2	tnf/m	
Empuje de la sobrecarga E_s	$E_s =$	0.095 y	tnf/m	
Empuje total E_{a+s}	$E_{a+s} =$	0.131 y^2	+	0.095 y
Momento total M_{a+s}	$M_{a+s} =$	0.044 y^3	+	0.047 y^2

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

Empuje activo de la tierra E_a	$E_a =$	0.131 y^2	tnf/m		BRAZO
Incremento dinámico ΔDea	$\Delta Dea =$	0.059 y^2	tnf/m		0.33
Fuerza sísmica del peso propio F_{spp}	$F_{spp} =$	0.006 y^2	tnf/m	Triángulo	0.33
		0.126 y	tnf/m	Rectángulo	0.5
Empuje total E_{a+s}	$E_{a+s} =$	0.196 y^2	+	0.126 y	
Momento total M_{a+s}	$M_{a+s} =$	0.085 y^3	+	0.063 y^2	

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

Corte último V_u	$V_u =$	0.210 y^2	+	0.151 y
Momento último M_u	$M_u =$	0.070 y^3	+	0.076 y^2

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

Corte último V_u	$V_u =$	0.269 y^2	+	0.173 y
Momento último M_u	$M_u =$	0.117 y^3	+	0.086 y^2

	Caso 1		Caso 2		Solicitaciones máximas	
y (m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)
1	0.36	0.15	0.44	0.20	0.44	0.20
2	1.14	0.86	1.42	1.28	1.42	1.28
3	2.35	2.57	2.94	3.93	2.94	3.93
4.2	4.34	6.53	5.47	10.17	5.47	10.17

y (m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	F (y) (cm)	d(y) (cm)	ΦVc (tnf)	Verificación	As min (cm ² /ml)	a (cm)	As requer (cm ² /ml)
1	0.44	0.20	32.67	27.67	14.87	OK	5.88	0.05	0.19
2	1.42	1.28	35.33	30.33	16.31	OK	6.36	0.26	1.13
3	2.94	3.93	38.00	33.00	17.74	OK	6.84	0.75	3.22
4.2	5.47	10.17	41.20	36.20	19.46	OK	7.42	1.79	7.82

DISEÑO DE ACERO

Acero vertical interior				
y (m)	As a usar (cm ² /ml)	Das (pulg.)	S (cm)	
1a capa	6.84	3/8"	10.38	
		1/2"	18.86	
		5/8"	29.24	
		3/4"	41.67	
2a capa	7.82	3/8"	9.08	
		1/2"	16.49	
		5/8"	25.57	
		3/4"	36.43	

Acero vertical exterior		
As a usar	Das (pulg.)	S (cm)
7.82	3/8"	9.08
	1/2"	16.49
	5/8"	25.57
	3/4"	36.43

Acero transversal		
As a usar (cm ² /ml)	Das (pulg.)	S (cm)
9.05	3/8"	7.85
	1/2"	14.25
	5/8"	22.10
	3/4"	31.49

DISEÑO 2: $\delta = 2/3 \phi$

DATOS

SUELO DE FUNDACIÓN

$\phi' n$	35	°
$\delta' n$	23.33	°
γn	1.26	g/cm ³
c'	0	kgf/cm ²
D_f	1.20	m
q_u	5.04	kgf/cm ²

SUELO DE RELLENO

$\phi' r$	43	°
$\delta' r$	29	°
γr	1.39	g/cm ³
$c' r$	0	kgf/cm ²

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

$f'c$	210	kgf/cm ²
f_y	4200	kgf/cm ²
γ_c	2.4	g/cm ³

DATOS EXTRA

ZONA	3	
Z	0.35	g
S/C	0.5	tnf/m ²

DIMENSIONES DE MURO

Altura total	H_t	4.20	m
Altura de zapata	H_z	0.45	m
Base	B	2.40	m
Pie	P	0.70	m
Corona	t_1	0.30	m
Base de pantalla	t_2	0.40	m

Talón	T	1.30	m
--------------	-----	------	---

¿Se utilizará dentellón? SI *Escoger

Altura de dentellón H_d 0.45 m

Diseño con sobrecarga: SI *Escoger

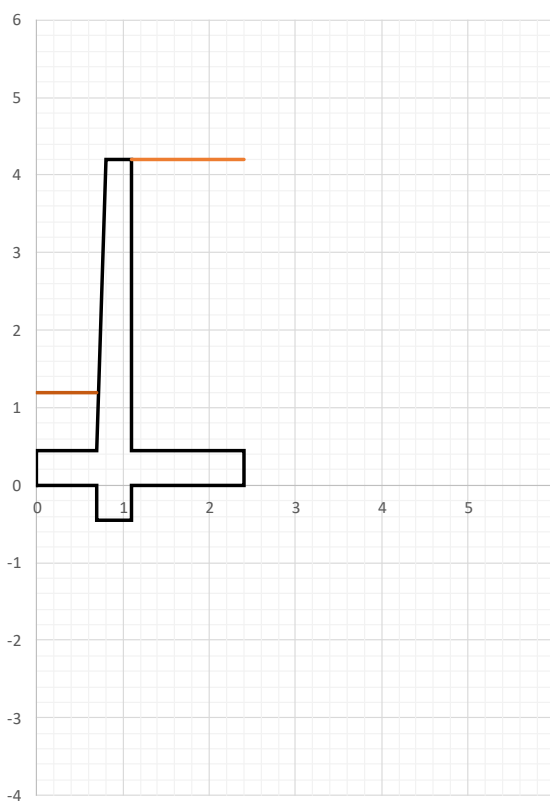
Diseño con pasivo: NO *Escoger

Método: Rankine *Escoger

* Este diseño es para muros en voladizo no mayores a 6m y con ángulos:

 $\psi = 90^\circ$
 $\beta = 0^\circ$

ESQUEMA (m)



RESUMEN

CHEQUEO DISEÑO ESTÁTICO

$$FSD = \frac{\Sigma fr}{\Sigma fa} = \frac{5.68}{2.71} = 2.09 > 1.50 \quad \text{CUMPLE}$$

$$FSV = \frac{\Sigma Me}{\Sigma Mv} = \frac{19.02}{4.08} = 4.66 > 1.50 \quad \text{CUMPLE}$$

Excentricidad	ex	<	B/6	Codición
	0.066 m	<	0.40	CUMPLE

σ max	0.64 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE
σ min	0.46 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE

CHEQUEO DISEÑO DINÁMICO

$$FSD = \frac{\Sigma fr}{\Sigma fa} = \frac{13.45}{4.46} = 3.02 > 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

$$FSV = \frac{\Sigma Me}{\Sigma Mv} = \frac{17.88}{7.80} = 2.29 > 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

Excentricidad	ex	<	B/6	Codición
	0.395 m	<	0.40	CUMPLE

σ max	σ max kgf/cm ²	<	2.0	CUMPLE
σ min	σ min kgf/cm ²	<	2.0	CUMPLE

CÁLCULOS

DISEÑO ESTÁTICO

CENTRO DE GRAVEDAD MURO DE CONTENCIÓN

FIGURA	W (tnf/m)	bx (m)	by (m)	Mx (tnf*m/m)	My (tnf*m/m)
1	2.70	0.95	2.40	2.57	6.48
2	0.45	0.77	1.70	0.35	0.77
3	2.59	1.20	0.23	3.11	0.58
	5.74			6.02	7.83

$$x_{cg} = 1.05 \text{ m}$$

$$y_{cg} = 1.36 \text{ m}$$

ÁNGULOS A USAR

$$\beta = 0^\circ$$

$$\psi = 90^\circ$$

$$\phi_r = 43.00^\circ$$

$$\delta_r = 0.00^\circ$$

COEFICIENTE ACTIVO

$$K_a = 0.189$$

COEFICIENTE PASIVO

$$K_p =$$

FUERZAS

Peso del muro	Wc=	5.74 tnf/m
Peso de sobrecarga	Ws=	0.65 tnf/m
Peso de relleno	Wr=	6.78 tnf/m

EMPUJES

Empuje del suelo	Ea =	2.32 tnf/m
	Es =	0.40 tnf/m
Empuje de sobrecarga		

FUERZA ACTIVA HORIZONTAL TOTAL

$$F_a = 2.71 \text{ tnf/m}$$

FUERZA DE ROCE

RESULTANTE VERTICAL	Rv =	13.17 tnf/m
COHESION CASTIGADA	c' =	0 tnf/m ²
EMPUJE PASIVO	Ep =	0 tnf/m

* no se utilizara en este ejercicio empuje pasivo

$$F_r = 5.68 \text{ tnf/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$$F_{sd} = F_r / F_a$$

$$F_{sd} = 2.09 \text{ tnf/m} \geq 1.5 \text{ CUMPLE}$$

CUADRO DE MOMENTOS

Fuerza	Brazo	Momento		
tnf/m	m	tnf*m /m		
Ea	2.32	1.40	3.25	Mv (Momento de volcamiento)
Es	0.40	2.10	0.83	
Ws	0.65	1.75	1.14	Me (Momento estabilizante)
Wr	6.78	1.75	11.86	
Wc	5.74	1.05	6.02	

$$4.08 \text{ tnf*m /m}$$

$$19.02 \text{ tnf*m /m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLTEO

$$F_{sv} = M_e / M_v$$

$$F_{sv} = 4.66 \quad \text{tnf/m} \quad \geq 1.5 \quad \text{CUMPLE}$$

ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS_{cp}}$$

$$FS_{cp} \geq 3$$

$$\sigma_{adm} = 1.68 \quad \text{kgf/cm}^2$$

Punto de aplicación de la fuerza resultante

$$X_r = 1.13 \quad \text{m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante

$$e_x = 0.066 \quad \text{m} < \frac{B}{6} < 0.40 \quad \text{Codición CUMPLE}$$

Presión de contacto

σ_{max}	0.64 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE
σ_{min}	0.46 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE

DISEÑO CONSIDERANDO SISMO

Coefficiente sísmico horizontal

$$C_{sh} = 0.5 Z \quad C_{sh} = 0.175 \quad g$$

Coefficiente sísmico vertical

$$C_{sv} = 0.7 C_{sh} \quad C_{sv} = 0.123 \quad g$$

Ángulo teta θ

$$\theta = \arctan(C_{sh} / (1 - C_{sv})) \quad \theta = 11.28^\circ$$

Fuerza sísmica de peso propio

$$F_{spp} = C_{sh} \cdot W_c \quad F_{spp} = 1.005 \quad \text{tnf/m}$$

Coefficiente de presión dinámica activa K_a

para: $\beta < \phi - \theta$

$$K_{a1} = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \delta - \theta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

para: $\beta > \phi - \theta$

$$K_{a2} = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \delta - \theta)}$$

$$\beta < \phi - \theta \quad 0 < 31.72$$

$$\beta < \quad K_a = 0.295$$

$$\beta > \quad K_a = 0.962$$

$$K_a = 0.295$$

Incremento dinámico del empuje activo de la tierra

$$\Delta DE_a = \left(\frac{1}{2} \gamma H^2 \right) (K_{a1} - K_{a2}) (1 - C_m)$$

$$\Delta Dea = 1.137 \quad \text{tnf/m}$$

$$E_a = 2.32 \quad \Delta Dea = 1.137 \quad x = 49\%$$

El incremento dinámico calculado es aproximadamente un 49% del empuje activo.

$$x = 49\%$$

EMPUJE HORIZONTAL TOTAL

$$E_{a+\Delta} = E_a + \Delta DE_a + F_{app}$$

$$E_{a+\Delta} = 4.460 \text{ tnf/m}$$

Resultante de esfuerzos verticales

$$R_v = W_c + W_r + \Delta Dea_v + E_{a_v}$$

$$R_v = 12.52 \text{ tnf/m}$$

FUERZA DE ROCE

RESULTANTE VERTICAL

$$R_v = 12.52 \text{ tnf/m}$$

COHESION CASTIGADA

$$c' = 0 \text{ tnf/m}^2$$

EMPUJE PASIVO

$$E_p = 0 \text{ tnf/m} \quad * \text{ no se utilizara en este ejercicio empuje pasivo}$$

$$Fr = 5.40 \text{ tnf/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$$F_s = F_r / F_a$$

$$F_{sd} = 1.21 \text{ tnf/m} \geq 1.25 \quad \text{NO cumple}$$

NOTA: POR NO CUMPLIR SE AUMENTARA LA BASE O SE COLOCA UN DENTELLÓN.

DISEÑO CON DENTELLÓN

**COEFICIENTE DE EMPUJE PASIVO DEL
DENTELLÓN**

$$K_p = 9.962$$

Ángulos a usar

$$\beta = 0^\circ$$

$$\psi = 90^\circ$$

$$\phi_n = 35.00^\circ$$

$$\delta_n = 23.33^\circ$$

Presión pasiva superior en dentellón

$$\sigma_{ps} = \gamma D_f K_p$$

$$\sigma_{ps} = 15.062 \text{ tnf/m}^2$$

Presión pasiva inferior en dentellón

$$\sigma_{pi} = \gamma (D_f + H) K_p$$

$$\sigma_{pi} = 20.71 \text{ tnf/m}^2$$

EMPUJE PASIVO ACTUANDO SOBRE EL DENTELLÓN

$$E_p = 8.05 \text{ tnf/m}$$

FUERZA DE ROCE Fr

RESULTANTE VERTICAL

$$R_v = 12.52 \text{ tnf/m}$$

COHESION CASTIGADA

$$c' = 0 \text{ tnf/m}^2$$

EMPUJE PASIVO

$$E_p = 8.05 \text{ tnf/m}$$

$$\mu = 0.43$$

$$Fr = 13.45 \text{ tnf/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$$F_s = F_r / F_a$$

$$F_{sd} = 3.02 \text{ tnf/m} \geq 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

Fuerza	Brzo	Momento	Mv (Momento de volcamiento)	7.80	tnf*m /m
tnf/m	m	tnf*m /m			
Ea h	2.32	1.40	3.25	Me (Momento estabilizante)	17.88
Δ Dea h	1.14	2.80	3.18		
Fsp	1.005	1.36	1.37		
Wr	6.78	1.75	11.86		
Δ Dea V	0.00	2.40	0.00		
Wc	5.74	1.05	6.02		
Ea v	0.00	2.40	0.00		

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLCAMIENTO

$$Fsv = Me / Mv$$

$$Fsv = 2.29 \text{ tnf /m} \geq 1.25 \text{ CUMPLE}$$

ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS_{cp}} \quad FS_{cp} \geq 2.5$$

$$\sigma_{adm} = 2.016 \text{ kgf/cm}^2$$

Punto de aplicación de la fuerza resultante

$$X_r = 0.81 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante

$$e_x < B/6 \quad \text{Codición CUMPLE}$$

$$0.395 \text{ m} < 0.400$$

Presión de contacto

Codición

$$\sigma_{max} = 1.036 \text{ kgf/cm}^2 < 2.02 \text{ CUMPLE}$$

$$\sigma_{min} = 0.007 \text{ kgf/cm}^2 < 2.02 \text{ CUMPLE}$$

DISEÑO CONSIDERANDO SISMO

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

PUNTERA

TALÓN

PESO PROPIO por metro lineal

PESO PROPIO por metro lineal

$$W_{pp} = 0.756 \text{ tnf}$$

$$b_{pp} = 0.35 \text{ m}$$

$$W_{pp} = 1.404 \text{ tnf}$$

$$b_{pp} = 0.65 \text{ m}$$

REACCION DEL SUELO

REACCION DEL SUELO

$$\sigma_{max} = 0.64 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = 0.46 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_1 = 0.586 \text{ kgf/cm}^2$$

$$R_{sl} = 4.287 \text{ tnf}$$

$$\sigma_{max} = 0.64 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = 0.46 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 0.556 \text{ kgf/cm}^2$$

$$R_{sl} = 6.596 \text{ tnf}$$

FUERZA CORTANTE V 1-1

V 1-1 = 3.531 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 1-1

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
Triángulo	0.184	0.467	0.086
Rectángulo	4.103	0.350	1.436
(-)Peso Pr.	0.756	0.350	0.265

M 1-1 = 1.257 tnf*m

FUERZAS ACTUANTES

W_r = 6.78 tnf
W_s = 0.65 tnf
b_r = 0.7 m

FUERZA CORTANTE V 2-2

V 2-2 = -2.234 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 2-2

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tr)
(-)Triángulo	0.634	0.433	0.275
(-)Rectáng.	5.962	0.650	3.876
Peso Propio	1.404	0.650	0.913
P. Relleno	6.776	0.650	4.405
P. Sobrec.	0.650	0.650	0.423

M 2-2 = 1.589 tnf*m

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

PUNTERA

PESO PROPIO por metro lineal

W_{pp} = 0.756 tnf
b_{pp} = 0.35 m

REACCION DEL SUELO

σ_{max} = 1.04 kgf/cm²
σ_{min} = 0.01 kgf/cm²
σ₁ = 0.729 kgf/cm²

R_{sl} = 6.180 tnf

FUERZA CORTANTE V 1-1

V 1-1 = 5.424 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 1-1

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
Triángulo	1.535	0.233	0.358
Rectángulo	5.105	0.350	1.787
(-)Peso Pr.	0.756	0.350	0.265

M 1-1 = 1.881 tnf*m

TALÓN

PESO PROPIO por metro lineal

W_{pp} = 1.404 tnf
b_{pp} = 0.65 m

REACCION DEL SUELO

σ_{max} = 1.04 kgf/cm²
σ_{min} = 0.01 kgf/cm²
σ₂ = 0.558 kgf/cm²

R_{sl} = 3.669 tnf

FUERZAS ACTUANTES

W_r = 6.78 tnf
b_r = 0.7 m

FUERZA CORTANTE V 2-2

V 1-1 = -4.511 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 2-2

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tr)
(-)Triángulo	3.625	0.433	1.571
Peso Propio	1.404	0.650	0.913
P. Relleno	6.776	0.650	4.405

M 2-2 = 3.746 tnf*m

DISEÑO DE ZAPATA POR CORTE

DATOS

Factor de amplificación de cargas (Norma E 060)	$F_{Cu} =$	1.364
Recubrimiento expuesto a suelo (Norma E 060)	$r =$	10 cm
Altura de la base	$AB =$	45 cm
Peralte efectivo inferior	$d =$	35 cm
Peralte efectivo superior	$d =$	40 cm
Factor de minoración de resistencia cortante	$\Phi =$	0.7
Profundidad (metro lineal)	$p =$	100 cm

CORTE MAXIMO

$V_{max} =$ 4.511 tnf

CORTE MAXIMO ÚLTIMO

$V_u =$ 6.152 tnf

CORTE MAXIMO RESISTENTE DEL CONCRETO

$V_c =$ 26.882 tnf

$V_u/\Phi =$ 8.79 tnf

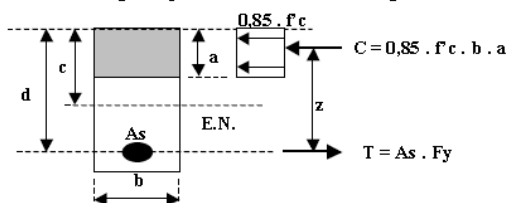
$V_c > V_u/\Phi$
CUMPLE

DISEÑO DE ZAPATA POR FLEXIÓN

La altura útil efectiva requerida en una sección considerada, en zonas sísmicas:

$$d \geq \sqrt{\frac{M_u}{0.189 \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b}}$$

Flexión en Vigas: equilibrio de fuerzas con Diagrama de Whitney



DATOS

Factor de minoración de resistencia por flexión	$\Phi =$	0.9
Resistencia a la compresión	$f'_c =$	210.00 kgf/cm ²
Resistencia a la flexión	$f_y =$	4200.00 kgf/cm ²

MOMENTOS ULTIMOS

En puntera: M_u 1-1 = 2.56 tnf*m En talón: 5.11 tnf*m

Verificación del espesor de losa

$d \geq$ 11.96 cm
 $e =$ 16.96 cm < 45
CUMPLE

ACERO por metro lineal

Cuántía mínima	$\rho =$	0.0018
Acero mínimo	$A_s \text{ min} =$	8.10 cm ² /ml
	$\tilde{n} =$	4.25

inferior	$A_s \text{ punt} =$	1.95 cm ² /ml
superior	$A_s \text{ talon} =$	3.41 cm ² /ml

A usar:	
$A_s \text{ punt}$	8.10 cm ²
$A_s \text{ talon}$	8.10 cm ²

DISEÑO DE ACERO

PUNTERA			TALON		
Longitudinal			Longitudinal		
3/8"	8.77	cm	3/8"	8.77	cm
1/2"	15.93	cm	1/2"	15.93	cm
5/8"	24.69	cm	5/8"	24.69	cm
3/4"	35.19	cm	3/4"	35.19	cm
Transversal			Transversal		
3/8"	11.27	cm	3/8"	9.86	cm
1/2"	20.48	cm	1/2"	17.92	cm
5/8"	31.75	cm	5/8"	27.78	cm
3/4"	45.24	cm	3/4"	39.58	cm

DISEÑO DE LA PANTALLA

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

Empuje activo de la tierra E_a	$E_a =$	0.131 y^2	tnf/m	
Empuje de la sobrecarga E_s	$E_s =$	0.095 y	tnf/m	
Empuje total E_{a+s}	$E_{a+s} =$	0.131 y^2	+	0.095 y
Momento total M_{a+s}	$M_{a+s} =$	0.044 y^3	+	0.047 y^2

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

Empuje activo de la tierra E_a	$E_a =$	0.131 y^2	tnf/m	BRAZO	0.33
Incremento dinámico ΔDea	$\Delta Dea =$	0.064 y^2	tnf/m		0.67
Fuerza sísmica del peso propio F_{spp}	$F_{spp} =$	0.006 y^2	tnf/m	Triángulo	0.33
		0.126 y	tnf/m	Rectángulo	0.5
Empuje total E_{a+s}	$E_{a+s} =$	0.201 y^2	+	0.126 y	
Momento total M_{a+s}	$M_{a+s} =$	0.089 y^3	+	0.063 y^2	

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

Corte último V_u	$V_u =$	0.210 y^2	+	0.151 y
Momento último M_u	$M_u =$	0.070 y^3	+	0.076 y^2

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

Corte último V_u	$V_u =$	0.275 y^2	+	0.172 y
Momento último M_u	$M_u =$	0.121 y^3	+	0.086 y^2

	Caso 1		Caso 2		Solicitaciones máximas	
y (m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)
1	0.36	0.15	0.45	0.21	0.45	0.21
2	1.14	0.86	1.44	1.31	1.44	1.31
3	2.35	2.57	2.99	4.04	2.99	4.04
4.2	4.34	6.53	5.57	10.47	5.57	10.47

y (m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	F (y) (cm)	d(y) (cm)	Φ Vc (tnf)	Verificación	As min (cm ² /ml)	a (cm)	As requer (cm ² /ml)
1	0.45	0.21	32.67	27.67	14.87	OK	5.88	0.05	0.20
2	1.44	1.31	35.33	30.33	16.31	OK	6.36	0.27	1.15
3	2.99	4.04	38.00	33.00	17.74	OK	6.84	0.77	3.31
4.2	5.57	10.47	41.20	36.20	19.46	OK	7.42	1.85	8.06

DISEÑO DE ACERO

Acero vertical interior			
y (m)	As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm
1a capa	6.84	3/8"	10.38
		1/2"	18.86
		5/8"	29.24
		3/4"	41.67
2a capa	8.06	3/8"	8.80
		1/2"	16.00
		5/8"	24.80
		3/4"	35.34

Acero vertical exterior		
As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm
8.06	3/8"	8.80
	1/2"	16.00
	5/8"	24.80
	3/4"	35.34

Acero transversal		
As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm
9.05	3/8"	7.85
	1/2"	14.25
	5/8"	22.10
	3/4"	31.49

DISEÑO 3: $\delta = 0.58 \phi$

DATOS

SUELO DE FUNDACIÓN

$\phi' n$	35	°
$\delta' n$	20.30	°
γn	1.26	g/cm ³
c'	0	kgf/cm ²
D_f	1.20	m
q_u	5.04	kgf/cm ²

SUELO DE RELLENO

$\phi' r$	43	°
$\delta' r$	25	°
γr	1.39	g/cm ³
$c' r$	0	kgf/cm ²

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

$f'c$	210	kgf/cm ²
f_y	4200	kgf/cm ²
γ_c	2.4	g/cm ³

DATOS EXTRA

ZONA	3	
Z	0.35	g
S/C	0.5	tnf/m ²

DIMENSIONES DE MURO

Altura total	H_t	4.20	m
Altura de zapata	H_z	0.45	m
Base	B	2.30	m
Pie	P	0.60	m
Corona	t_1	0.30	m
Base de pantalla	t_2	0.40	m

Talón	T	1.30	m
--------------	-----	------	---

¿Se utilizará dentellón? NO *Escoger

Altura de dentellón H_d 0.00 m

Diseño con sobrecarga: SI *Escoger

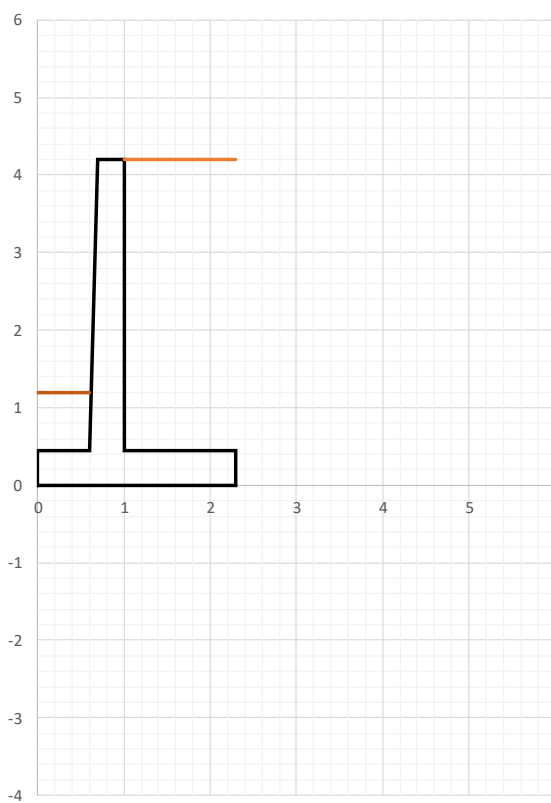
Diseño con pasivo: NO *Escoger

Método: Coulomb *Escoger

* Este diseño es para muros en voladizo no mayores a 6m y con ángulos:

$\psi = 90^\circ$
 $\beta = 0^\circ$

ESQUEMA (m)



RESUMEN

CHEQUEO DISEÑO ESTÁTICO

$$FSD = \frac{\Sigma fr}{\Sigma fa} = \frac{5.22}{2.28} = 2.29 > 1.50 \quad \text{CUMPLE}$$

$$FSV = \frac{\Sigma Me}{\Sigma Mv} = \frac{20.14}{3.43} = 5.88 > 1.50 \quad \text{CUMPLE}$$

Excentricidad	ex	<	B/6	Codición
	-0.034 m	<	0.38	CUMPLE

σ max	0.56 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE
σ min	0.67 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE

CHEQUEO DISEÑO DINÁMICO

$$FSD = \frac{\Sigma fr}{\Sigma fa} = \frac{5.12}{4.05} = 1.26 > 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

$$FSV = \frac{\Sigma Me}{\Sigma Mv} = \frac{19.91}{7.22} = 2.76 > 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

Excentricidad	ex	<	B/6	Codición
	0.233 m	<	0.38	CUMPLE

σ max	σ max kgf/cm ²	<	2.02	CUMPLE
σ min	σ min kgf/cm ²	<	2.02	CUMPLE

CÁLCULOS

DISEÑO ESTÁTICO

CENTRO DE GRAVEDAD MURO DE CONTENCIÓN

FIGURA	W (tnf/m)	bx (m)	by (m)	Mx (tnf*m/m)	My (tnf*m/m)
1	2.70	0.85	2.40	2.30	6.48
2	0.45	0.67	1.70	0.30	0.77
3	2.48	1.15	0.23	2.86	0.56
	5.63			5.45	7.80

$$x_{cg} = 0.97 \text{ m}$$

$$y_{cg} = 1.39 \text{ m}$$

ÁNGULOS A USAR

$$\beta = 0^\circ$$

$$\psi = 90^\circ$$

$$\phi_r = 43.00^\circ$$

$$\delta_r = 24.94^\circ$$

COEFICIENTE ACTIVO

$$K_a = 0.175$$

COEFICIENTE PASIVO

$$K_p =$$

FUERZAS

Peso del muro	Wc=	5.63 tnf/m
Peso de sobrecarga	Ws=	0.65 tnf/m
Peso de relleno	Wr=	6.78 tnf/m

EMPUJES

Empuje del suelo	Ea =	2.15 tnf/m
	Ea v =	0.91 tnf/m
	Ea h =	1.95 tnf/m
Empuje de sobrecarga	Es =	0.37 tnf/m
	Es v =	0.16 tnf/m
	Es h =	0.33 tnf/m

FUERZA ACTIVA HORIZONTAL TOTAL

$$F_a = 2.28 \text{ tnf/m}$$

FUERZA DE ROCE

RESULTANTE VERTICAL	Rv =	14.12 tnf/m
COHESION CASTIGADA	c' =	0 tnf/m ²
EMPUJE PASIVO	Ep =	0 tnf/m

* no se utilizara en este ejercicio empuje pasivo

$$F_r = 5.22 \text{ tnf/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$$F_{sd} = F_r / F_a$$

$$F_{sd} = 2.29 \text{ tnf/m} \geq 1.5 \text{ CUMPLE}$$

CUADRO DE MOMENTOS

Fuerza		Brazo	Momento	Mv (Momento de volcamiento)	3.43	tnf*m /m
tnf/m		m	tnf*m /m			
Ea h	1.95	1.40	2.73	Me (Momento estabilizante)	20.14	tnf*m /m
Es h	0.33	2.10	0.70			
Ws	0.65	1.65	1.07			
Wr	6.78	1.65	11.18			
Wc	5.63	0.97	5.45			
Ea v	0.91	2.30	2.08			
Es v	0.16	2.30	0.36			

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLTEO

$$F_{sv} = M_e / M_v$$

$$F_{sv} = 5.88 \quad \text{tnf/m} \quad \geq 1.5 \quad \text{CUMPLE}$$

ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS_{cp}}$$

$$FS_{cp} \geq 3$$

$$\sigma_{adm} = 1.68 \quad \text{kgf/cm}^2$$

Punto de aplicación de la fuerza resultante

$$X_r = 1.18 \quad \text{m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante

$$e_x = -0.034 \quad \text{m} < \frac{B}{6} \quad \text{Codición CUMPLE}$$

Presión de contacto

σ_{max}	0.56 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE
σ_{min}	0.67 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE

DISEÑO CONSIDERANDO SISMO

Coefficiente sísmico horizontal

$$C_{sh} = 0.5Z \quad C_{sh} = 0.175 \quad g$$

Coefficiente sísmico vertical

$$C_{sv} = 0.7 C_{sh} \quad C_{sv} = 0.123 \quad g$$

Ángulo teta θ

$$\theta = \arctan(C_{sh} / (1 - C_{sv})) \quad \theta = 11.28^\circ$$

Fuerza sísmica de peso propio

$$F_{spp} = C_{sh} \cdot W_c \quad F_{spp} = 0.986 \quad \text{tnf/m}$$

Coefficiente de presión dinámica activa K_a

para: $\beta < \phi - \theta$

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \delta - \theta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \delta - \theta) \cdot \sin(\psi + \beta)} \right]}$$

para: $\beta > \phi - \theta$

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \delta - \theta)}$$

CONDICIÓN

$$\beta < \phi - \theta \quad 0 < 31.72$$

$$\beta < \quad K_a = 0.290$$

$$\beta > \quad K_a = 0.915$$

$$K_a = 0.290$$

Incremento dinámico del empuje activo de la tierra

$$\Delta DE_a = \left(\frac{1}{2} \gamma H^2 \right) (K_{a0} - K_a) (1 - C_{wv})$$

$$\Delta Dea = 1.230 \quad \text{tnf/m}$$

$$\Delta Dea_h = 1.115 \quad \text{tnf/m}$$

$$\Delta Dea_v = 0.519 \quad \text{tnf/m}$$

$$E_a = 2.15 \quad \Delta Dea = 1.230 \quad x = 57\%$$

El incremento dinámico calculado es aproximadamente un 57% del empuje activo.

EMPUJE HORIZONTAL TOTAL

$$E_{a+\Delta} = E_a + \Delta E_a + F_{spp}$$

$$E_{a+\Delta} = 4.049 \text{ tnf/m}$$

Resultante de esfuerzos verticales

$$R_v = W_c + W_r + \Delta \text{ Dea } v + E_a v$$

$$R_v = 13.83 \text{ tnf/m}$$

FUERZA DE ROCE

RESULTANTE VERTICAL

$$R_v = 13.83 \text{ tnf/m}$$

COHESION CASTIGADA

$$c' = 0 \text{ tnf/m}^2$$

EMPUJE PASIVO

$$E_p = 0 \text{ tnf/m} \quad * \text{ no se utilizara en este ejercicio empuje pasivo}$$

$$F_r = 5.12 \text{ tnf/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$$F_s = F_r / F_a$$

$$F_{sd} = 1.26 \text{ tnf /m} \geq 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

Fuerza tnf/m	Brazo m	Momento tnf*m /m		
Ea h	1.95	1.40	2.73	
Δ Dea h	1.12	2.80	3.12	
Fspp	0.986	1.39	1.37	
Wr	6.78	1.65	11.18	
Δ Dea V	0.52	2.30	1.19	
Wc	5.63	0.97	5.45	
Ea v	0.91	2.30	2.08	
			Mv (Momento de volcamiento)	7.22 tnf*m /m
			Me (Momento estabilizante)	19.91 tnf*m /m

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLCAMIENTO

$$F_{sv} = M_e / M_v$$

$$F_{sv} = 2.76 \text{ tnf /m} \geq 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS_{cp}}$$

$$FS_{cp} \geq 2.5$$

$$\sigma_{adm} = 2.016 \text{ kgf/cm}^2$$

Punto de plicación de la fuerza resultante

$$X_r = 0.92 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante

$$e_x = 0.233 \text{ m} < B/6 \quad \text{Codición CUMPLE}$$

Presión de contacto

$$\sigma_{max} = 0.966 \text{ kgf/cm}^2 < 2.02 \quad \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{min} = 0.237 \text{ kgf/cm}^2 < 2.02 \quad \text{CUMPLE}$$

DISEÑO CONSIDERANDO SISMO

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

PUNTERA

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 0.648 tnf
b pp = 0.3 m

REACCION DEL SUELO

$\sigma_{max} = 0.56 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_{min} = 0.67 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_1 = 0.588 \text{ kgf/cm}^2$

R sl = 3.443 tnf

FUERZA CORTANTE V 1-1

V 1-1 = 2.795 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 1-1

	AREA (T)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
Triángulo	-0.085	0.400	-0.034
Rectángulo	3.528	0.300	1.058
(-)Peso Pr.	0.648	0.300	0.194

M 1-1 = 0.830 tnf*m

TALÓN

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 1.404 tnf
b pp = 0.65 m

REACCION DEL SUELO

$\sigma_{max} = 0.56 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_{min} = 0.67 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_2 = 0.607 \text{ kgf/cm}^2$

R sl = 8.288 tnf

FUERZAS ACTUANTES

Wr = 6.78 tnf
Ws = 0.65 tnf
b r = 0.7 m

FUERZA CORTANTE V 2-2

V 2-2 = -0.542 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 2-2

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tr)
(-)Triángulo	-0.399	0.433	-0.173
(-)Rectáng.	8.687	0.650	5.646
Peso Propio	1.404	0.650	0.913
P. Relleno	6.776	0.650	4.405
P. Sobrec.	0.650	0.650	0.423

M 2-2 = 0.266 tnf*m

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

PUNTERA

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 0.648 tnf
b pp = 0.3 m

REACCION DEL SUELO

$\sigma_{max} = 0.97 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_{min} = 0.24 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_1 = 0.539 \text{ kgf/cm}^2$

R sl = 4.517 tnf

TALÓN

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 1.404 tnf
b pp = 0.65 m

REACCION DEL SUELO

$\sigma_{max} = 0.97 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_{min} = 0.24 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_2 = 0.412 \text{ kgf/cm}^2$

R sl = 4.219 tnf

FUERZA CORTANTE V 1-1

V 1-1 = 3.869 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 1-1

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
Triángulo	2.135	0.200	0.427
Rectángulo	3.236	0.300	0.971
(-)Peso Pr.	0.648	0.300	0.194

M 1-1 = 1.203 tnf*m

FUERZAS ACTUANTES

Wr = 6.78 tnf

b r= 0.7 m

FUERZA CORTANTE V 2-2

V 1-1 = -3.961 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 2-2

	AREA (T)	BRAZO (m)	MOMENTO (tr)
(-)Triángulo	2.681	0.433	1.162
Peso Propio	1.404	0.650	0.913
P. Relleno	6.776	0.650	4.405

M 2-2 = 4.155 tnf*m

DISEÑO DE ZAPATA POR CORTE

DATOS

Factor de amplificación de cargas (Norma E 060)

Recubrimiento expuesto a suelo (Norma E 060)

Altura de la base

Peralte efectivo inferior

Peralte efectivo superior

Factor de minoración de resistencia cortante

Profundidad (metro lineal)

F Cu = 1.337
r = 10 cm
AB = 45 cm
d = 35 cm
d = 40 cm
Φ = 0.7
ρ = 100 cm

CORTE MAXIMO

CORTE MAXIMO ÚLTIMO

Vmax = 3.961 tnf
Vu = 5.295 tnf

CORTE MAXIMO RESISTENTE DEL CONCRETO

Vc = 26.882 tnf
Vu/Φ = 7.56 tnf

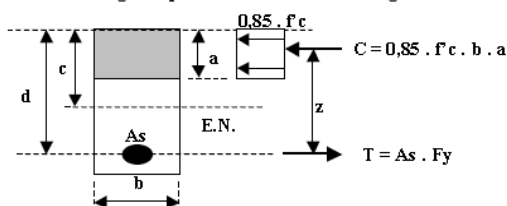
Vc > Vu/Φ
CUMPLE

DISEÑO DE ZAPATA POR FLEXIÓN

La altura útil efectiva requerida en una sección considerada, en zonas sísmicas:

$$d \geq \sqrt{\frac{M_u}{0.189 \cdot \Phi \cdot f_c \cdot b}}$$

Flexión en Vigas: equilibrio de fuerzas con Diagrama de Whitney



DATOS

Factor de minoración de resistencia por flexión	$\Phi =$	0.9
Resistencia a la compresión	$f'c =$	210.00 kgf/cm ²
Resistencia a la flexión	$f_y =$	4200.00 kgf/cm ²

MOMENTOS ULTIMOS

En puntera:	Mu 1-1 =	1.61 tnf*m	En talón:	5.55 tnf*m
-------------	----------	------------	-----------	------------

Verificación del espesor de losa

$d \geq$	12.47 cm	
$e =$	17.47 cm	< 45
		CUMPLE

ACERO por metro lineal

Cuántia mínima	$\rho =$	0.0018
Acero mínimo	$As_{min} =$	8.10 cm ² /ml
	$\tilde{n} =$	4.25

inferior	As punt=	1.22 cm ² /ml
superior	As talon=	3.71 cm ² /ml

A usar:	
As punt	8.10 cm ²
As talon	8.10 cm ²

DISEÑO DE ACERO

PUNTERA

Longitudinal		
3/8"	8.77	cm
1/2"	15.93	cm
5/8"	24.69	cm
3/4"	35.19	cm

Transversal		
3/8"	11.27	cm
1/2"	20.48	cm
5/8"	31.75	cm
3/4"	45.24	cm

TALON

Longitudinal		
3/8"	8.77	cm
1/2"	15.93	cm
5/8"	24.69	cm
3/4"	35.19	cm

Transversal		
3/8"	9.86	cm
1/2"	17.92	cm
5/8"	27.78	cm
3/4"	39.58	cm

DISEÑO DE LA PANTALLA

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

Empuje activo de la tierra E_a	$E_a =$	0.122 y ²	tnf/m
Empuje de la sobrecarga E_s	$E_s =$	0.088 y	tnf/m
Empuje total E_{a+s}	$E_{a+s} =$	0.122 y ² + 0.088 y	
Momento total M_{a+s}	$M_{a+s} =$	0.041 y ³ + 0.044 y ²	

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

Empuje activo de la tierra Ea	Ea =	0.122 y ²	tnf/m	BRAZO	0.33
Incremento dinámico Δ Dea	Δ Dea =	0.070 y ²	tnf/m		0.67
Fuerza sísmica del peso propio Fspp	Fspp =	0.006 y ²	tnf/m	Triángulo	0.33
		0.126 y	tnf/m	Rectángulo	0.5
Empuje total Ea+s	Ea+s =	0.197 y ²	+	0.126 y	
Momento total Ma+s	Ma+s =	0.089 y ³	+	0.063 y ²	

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

Corte último Vu	Vu =	0.195 y ²	+	0.140 y
Momento último Mu	Mu =	0.065 y ³	+	0.070 y ²

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

Corte último Vu	Vu =	0.263 y ²	+	0.168 y
Momento último Mu	Mu =	0.119 y ³	+	0.084 y ²

	Caso 1		Caso 2		Solicitaciones máximas	
y (m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)
1	0.33	0.14	0.43	0.20	0.43	0.20
2	1.06	0.80	1.39	1.29	1.39	1.29
3	2.17	2.38	2.88	3.97	2.88	3.97
4.2	4.03	6.05	5.35	10.29	5.35	10.29

y (m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	F (y) (cm)	d(y) (cm)	Φ Vc (tnf)	Verificación	As min (cm ² /ml)	a (cm)	As requer (cm ² /ml)
1	0.43	0.20	32.67	27.67	14.87	OK	5.88	0.05	0.19
2	1.39	1.29	35.33	30.33	16.31	OK	6.36	0.27	1.13
3	2.88	3.97	38.00	33.00	17.74	OK	6.84	0.76	3.26
4.2	5.35	10.29	41.20	36.20	19.46	OK	7.42	1.82	7.92

DISEÑO DE ACERO

Acero vertical interior				
y (m)	As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm	
1a capa	6.84	3/8"	10.38	
		1/2"	18.86	
		5/8"	29.24	
		3/4"	41.67	
2a capa	7.92	3/8"	8.96	
		1/2"	16.29	
		5/8"	25.25	
		3/4"	35.98	

Acero vertical exterior		
As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm
7.92	3/8"	8.96
	1/2"	16.29
	5/8"	25.25
	3/4"	35.98

Acero transversal		
As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm
9.05	3/8"	7.85
	1/2"	14.25
	5/8"	22.10
	3/4"	31.49

DISEÑO 4 : $\delta = 0.67 \phi$
DATOS
SUELO DE FUNDACIÓN

$\phi' n$	35	°
$\delta' n$	23.45	°
γn	1.26	g/cm ³
$c' n$	0	kgf/cm ²
D_f	1.20	m
q_u	5.04	kgf/cm ²

SUELO DE RELLENO

$\phi' r$	43	°
$\delta' r$	29	°
γr	1.39	g/cm ³
$c' r$	0	kgf/cm ²

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

$f'c$	210	kg/cm ²
f_y	4200	kg/cm ²
γ_c	2.4	g/cm ³

DATOS EXTRA

ZONA	3	
Z	0.35	g
S/C	0.5	tnf/m ²

DIMENSIONES DE MURO

Altura total	H_t	4.20	m
Altura de zapata	H_z	0.45	m
Base	B	1.90	m
Pie	P	0.60	m
Corona	t_1	0.30	m
Base de pantalla	t_2	0.40	m

Talón	T	0.90	m
--------------	-----	------	---

¿Se utilizará dentellón? NO *Escoger

Altura de dentellón H_d 0.00 m

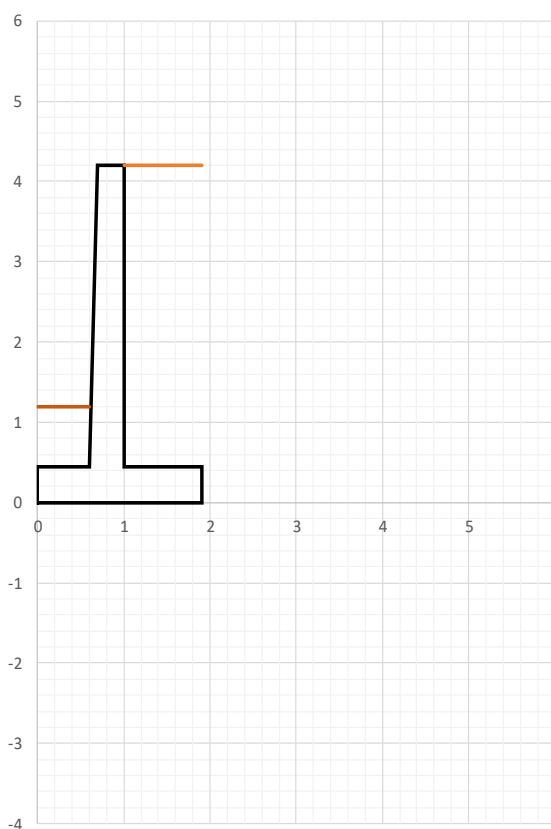
Diseño con sobrecarga: SI *Escoger

Diseño con pasivo: NO *Escoger

Método: Coulomb *Escoger

* Este diseño es para muros en voladizo no mayores a 6m y con ángulos:

$$\begin{aligned}\psi &= 90^\circ \\ \beta &= 0^\circ\end{aligned}$$

ESQUEMA (m)


DISEÑO : $\delta = 0.67 \phi$
DATOS
SUELO DE FUNDACIÓN

ϕ_n	35	°
δ_n	23.45	°
γ_n	1.26	g/cm ³
C _n	0	kg/cm ²
D _f	1.20	m
q _u	5.04	kg/cm ²

SUELO DE RELLENO

ϕ_r	43	°
δ_r	29	°
γ_r	1.39	g/cm ³
C _r	0	kg/cm ²

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

f' _c	210	kg/cm ²
f _y	4200	kg/cm ²
γ_c	2.4	g/cm ³

DATOS EXTRA

ZONA	3	
Z	0.35	g
S/C	0.5	T/m ²

DIMENSIONES DE MURO

Altura total	H _t	4.20	m
Altura de zapata	H _z	0.45	m
Base	B	1.90	m
Pie	P	0.60	m
Corona	t ₁	0.30	m
Base de pantalla	t ₂	0.40	m

Talón	T	0.90	m
-------	---	------	---

¿Se utilizará dentellón? NO *Escoger

Altura de dentellón H_d 0.00 m

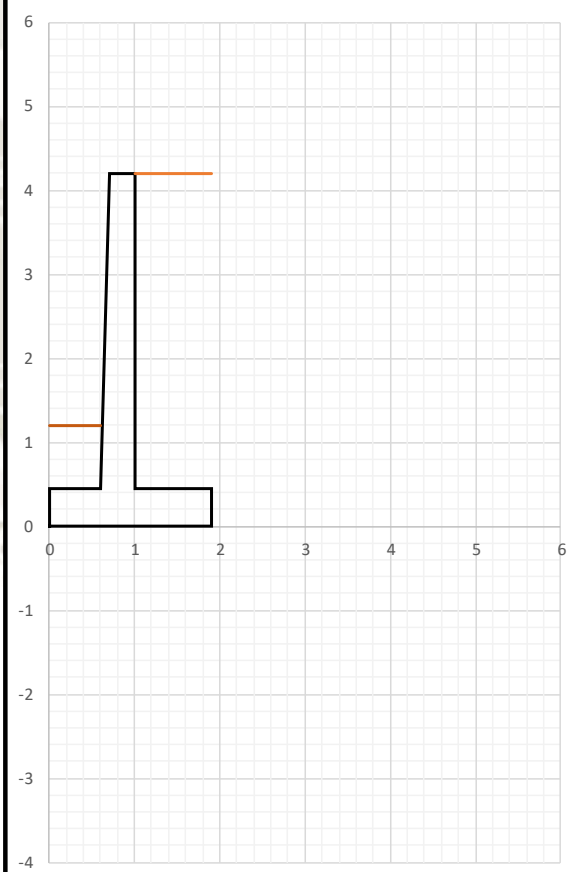
Diseño con sobrecarga: SI *Escoger

Diseño con pasivo: NO *Escoger

Método: Coulomb *Escoger

* Este diseño es para muros en voladizo no mayores a 6m y con ángulos:

$$\begin{aligned}\psi &= 90^\circ \\ \beta &= 0^\circ\end{aligned}$$

ESQUEMA (m)


RESUMEN

CHEQUEO DISEÑO ESTÁTICO

$$FSD = \frac{\Sigma fr}{\Sigma fa} = \frac{5.02}{2.22} = 2.26 > 1.50 \quad \text{CUMPLE}$$

$$FSV = \frac{\Sigma Me}{\Sigma Mv} = \frac{14.32}{3.34} = 4.29 > 1.50 \quad \text{CUMPLE}$$

Excentricidad ex $< B/6$ Codición
0.000 m < 0.32 **CUMPLE**

σ max 0.61 kgf/cm² < 1.68 **CUMPLE**
 σ min 0.61 kgf/cm² < 1.68 **CUMPLE**

CHEQUEO DISEÑO DINÁMICO

$$FSD = \frac{\Sigma fr}{\Sigma fa} = \frac{5.01}{3.92} = 1.28 > 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

$$FSV = \frac{\Sigma Me}{\Sigma Mv} = \frac{14.50}{7.13} = 2.03 > 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

Excentricidad ex $< B/6$ Codición
0.312 m < 0.32 **CUMPLE**

σ max σ max kgf/cm² < 2.0 **CUMPLE**
 σ min σ min kgf/cm² < 2.0 **CUMPLE**

CÁLCULOS

DISEÑO ESTÁTICO

CENTRO DE GRAVEDAD MURO DE CONTENCIÓN

FIGURA	W (tnf/m)	bx (m)	by (m)	Mx (tnf*m/m)	My (tnf*m/m)
1	2.70	0.85	2.40	2.30	6.48
2	0.45	0.67	1.70	0.30	0.77
3	2.05	0.95	0.23	1.95	0.46
	5.20			4.54	7.71

 $x_{cg} = 0.87 \text{ m}$
 $y_{cg} = 1.48 \text{ m}$

ÁNGULOS A USAR

 $\beta = 0^\circ$
 $\psi = 90^\circ$
 $\phi_r = 43.00^\circ$
 $\delta_r = 28.81^\circ$

COEFICIENTE ACTIVO

 $K_a = 0.176$

COEFICIENTE PASIVO

 $K_p =$

FUERZAS

Peso del muro	$W_c =$	5.20 tnf/m
Peso de sobrecarga	$W_s =$	0.45 tnf/m
Peso de relleno	$W_r =$	4.69 tnf/m

EMPUJES

Empuje del suelo	$E_a =$	2.16 tnf/m
	$E_{a_v} =$	1.04 tnf/m
	$E_{a_h} =$	1.90 tnf/m
Empuje de sobrecarga	$E_s =$	0.37 tnf/m
	$E_{s_v} =$	0.18 tnf/m
	$E_{s_h} =$	0.32 tnf/m

FUERZA ACTIVA HORIZONTAL TOTAL

 $F_a = 2.22 \text{ tnf/m}$

FUERZA DE ROCE

RESULTANTE VERTICAL	$R_v =$	11.56 tnf/m
COHESION CASTIGADA	$c' =$	0 tnf/m ²
EMPUJE PASIVO	$E_p =$	0 tnf/m

* no se utilizara en este ejercicio empuje pasivo

 $F_r = 5.02 \text{ tnf/m}$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

 $F_{sd} = F_r / F_a$
 $F_{sd} = 2.26 \text{ tnf/m} \geq 1.5$ **CUMPLE**

CUADRO DE MOMENTOS

Fuerza	Bravo	Momento
tnf/m	m	tnf*m / m
E_{a_h}	1.90	2.65
E_{s_h}	0.32	0.68
W_s	0.45	0.65
W_r	4.69	6.80
W_c	5.20	4.54
E_{a_v}	1.04	1.98
E_{s_v}	0.18	0.34

Mv (Momento de volcamiento)

 3.34 tnf*m / m

Me (Momento estabilizante)

 14.32 tnf*m / m

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLTEO

$$F_{sv} = M_e / M_v$$

$$F_{sv} = 4.29 \text{ tnf/m} \geq 1.5 \text{ CUMPLE}$$

ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS_{cp}}$$

$$FS_{cp} \geq 3$$

$$\sigma_{adm} = 1.68 \text{ kgf/cm}^2$$

Punto de aplicación de la fuerza resultante

$$X_r = 0.95 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante

$$e_x = 0.000 \text{ m} < \frac{B}{6} < 0.32 \text{ Codición CUMPLE}$$

Presión de contacto

$$\begin{array}{llll} \sigma_{max} & 0.61 \text{ kgf/cm}^2 & < & 1.68 \text{ CUMPLE} \\ \sigma_{min} & 0.61 \text{ kgf/cm}^2 & < & 1.68 \text{ CUMPLE} \end{array}$$

DISEÑO CONSIDERANDO SISMO

Coefficiente sísmico horizontal

$$C_{sh} = 0.5 Z \quad C_{sh} = 0.175 \text{ g}$$

Coefficiente sísmico vertical

$$C_{sv} = 0.7 C_{sh} \quad C_{sv} = 0.123 \text{ g}$$

Ángulo teta θ

$$\theta = \arctan(C_{sh} / (1 - C_{sv})) \quad \theta = 11.28^\circ$$

Fuerza sísmica de peso propio

$$F_{spp} = C_{sh} \cdot W_c \quad F_{spp} = 0.910 \text{ tnf/m}$$

Coefficiente de presión dinámica activa K_{as}

$$\begin{array}{l} \text{para: } \beta < \phi - \theta \\ K_{as} = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\text{Cos} \theta \cdot \text{Sen}^2 \psi \cdot \text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \left[1 + \frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \cdot \text{Sen}(\psi + \beta)} \right]} \\ \text{para: } \beta > \phi - \theta \\ K_{as} = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\text{Cos} \theta \cdot \text{Sen}^2 \psi \cdot \text{Sen}(\psi - \delta - \theta)} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \beta & < & \phi - \theta \\ \text{CONDICIÓN} & 0 & < & 31.72 \end{array}$$

$$\beta < \quad K_{as} = 0.295$$

$$\beta > \quad K_{as} = 0.964$$

$$K_{as} = 0.295$$

Incremento dinámico del empuje activo de la tierra

$$\Delta DE_a = \left(\frac{1}{2} \gamma H^2 \right) (K_{as} - K_a) (1 - C_w)$$

$$\Delta Dea = 1.275 \text{ tnf/m}$$

$$\Delta Dea_h = 1.117 \text{ tnf/m}$$

$$\Delta Dea_v = 0.615 \text{ tnf/m}$$

$$\begin{array}{lll} E_a = & 2.16 & \longrightarrow & 100\% \\ \Delta Dea = & 1.275 & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$x = 59\%$$

El incremento dinámico calculado es aproximadamente un 59% del empuje activo.

EMPUJE HORIZONTAL TOTAL

$$E_{a+\Delta} = E_a + \Delta E_a + F_{spp}$$

$$E_{a+\Delta} = 3.923 \text{ tnf/m}$$

Resultante de esfuerzos verticales

$$R_v = W_c + W_r + \Delta E_{a_v} + E_{a_v}$$

$$R_v = 11.55 \text{ tnf/m}$$

FUERZA DE ROCE

RESULTANTE VERTICAL

$$R_v = 11.55 \text{ tnf/m}$$

COHESION CASTIGADA

$$c' = 0 \text{ tnf/m}^2$$

EMPUJE PASIVO

$$E_p = 0 \text{ tnf/m}$$

* no se utilizara en este ejercicio empuje pasivo

$$F_r = 5.01 \text{ tnf/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$$F_s = F_r / F_a$$

$$F_{sd} = 1.28 \text{ tnf/m} \geq 1.25$$

CUMPLE

Fuerza tnf/m	Brazo m	Momento tnf*m/m
Ea h	1.90	2.65
$\Delta E_{a h}$	1.12	3.13
Fspp	0.910	1.35
Wr	4.69	6.80
$\Delta E_{a V}$	0.61	1.17
Wc	5.20	4.54
Ea v	1.04	1.98

Mv (Momento
de
volcamiento)

$$7.13 \text{ tnf*m/m}$$

Me (Momento
estabilizante)

$$14.50 \text{ tnf*m/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLCAMIENTO

$$F_{sv} = M_e / M_v$$

$$F_{sv} = 2.03 \text{ tnf/m} \geq 1.25$$

CUMPLE

ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS_{cp}}$$

$$FS_{cp} \geq 2.5$$

$$\sigma_{adm} = 2.016 \text{ kgf/cm}^2$$

Punto de aplicación de la fuerza resultante

$$X_r = 0.64 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante

$$e_x = 0.312 \text{ m}$$

$$< \frac{B}{6} < 0.317$$

Codición
CUMPLE

Presión de contacto

$$\sigma_{max} = 1.208 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = 0.008 \text{ kgf/cm}^2$$

<

Codición

$$2.02$$

CUMPLE

$$2.02$$

CUMPLE

DISEÑO CONSIDERANDO SISMO

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

PUNTERA

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 0.648 tnf
b pp = 0.3 m

REACCION DEL SUELO

σ max = 0.61 kgf/cm²
 σ min = 0.61 kgf/cm²
 σ 1 = 0.609 kgf/cm²

R sl = 3.654 tnf

FUERZA CORTANTE V 1-1

V 1-1 = 3.006 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 1-1

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
Triángulo	0.001	0.400	0.000
Rectángulo	3.653	0.300	1.096
(-)Peso Pr.	0.648	0.300	0.194

M 1-1 = 0.902 tnf*m

TALÓN

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 0.972 tnf
b pp = 0.45 m

REACCION DEL SUELO

σ max = 0.61 kgf/cm²
 σ min = 0.61 kgf/cm²
 σ 2 = 0.609 kgf/cm²

R sl = 5.476 tnf

FUERZAS ACTUANTES

Wr = 4.69 tnf
Ws = 0.45 tnf
br = 0.5 m

FUERZA CORTANTE V 2-2

V 2-2 = -0.637 T

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 2-2

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
(-)Triángulo	0.002	0.300	0.001
(-)Rectáng.	5.474	0.450	2.463
Peso Propio	0.972	0.450	0.437
P. Relleno	4.691	0.450	2.111
P. Sobrec.	0.450	0.450	0.203

M 2-2 = 0.287 tnf*m

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

PUNTERA

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 0.648 tnf
b pp = 0.3 m

TALÓN

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 0.972 tnf
b pp = 0.45 m

REACCION DEL SUELO

$\sigma_{max} = 1.21 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_{min} = 0.01 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_1 = 0.821 \text{ kgf/cm}^2$

$R_{sl} = 6.086 \text{ tnf}$

FUERZA CORTANTE V 1-1

$V_{1-1} = 5.438 \text{ tnf}$

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 1-1

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
Triángulo	1.935	0.200	0.387
Rectángulo	4.925	0.300	1.477
(-)Peso Pr.	0.648	0.300	0.194

$M_{1-1} = 1.670 \text{ tnf*m}$

REACCION DEL SUELO

$\sigma_{max} = 1.21 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_{min} = 0.01 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_2 = 0.568 \text{ kgf/cm}^2$

$R_{sl} = 2.594 \text{ tnf}$

FUERZAS ACTUANTES

$W_r = 4.69 \text{ tnf}$
 $b_r = 0.5 \text{ m}$

FUERZA CORTANTE V 2-2

$V_{1-1} = -3.070 \text{ tnf}$

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 2-2

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
(-)Triángulo	2.557	0.300	0.767
Peso Propio	0.972	0.450	0.437
P. Relleno	4.691	0.450	2.111

$M_{2-2} = 1.781 \text{ tnf*m}$

DISEÑO DE ZAPATA POR CORTE

DATOS

Factor de amplificación de cargas (Norma E 060)	$F_{Cu} = 1.338$
Recubrimiento expuesto a suelo (Norma E 060)	$r = 10 \text{ cm}$
Altura de la base	$AB = 45 \text{ cm}$
Peralte efectivo inferior	$d = 35 \text{ cm}$
Peralte efectivo superior	$d = 40 \text{ cm}$
Factor de minoración de resistencia cortante	$\Phi = 0.7$
Profundidad (metro lineal)	$p = 100 \text{ cm}$

CORTE MAXIMO

$V_{max} = 3.070 \text{ tnf}$

CORTE MAXIMO ÚLTIMO

$V_u = 4.108 \text{ tnf}$

CORTE MAXIMO RESISTENTE DEL CONCRETO

$V_c = 26.882 \text{ tnf}$

$V_u/\Phi = 5.87 \text{ tnf}$

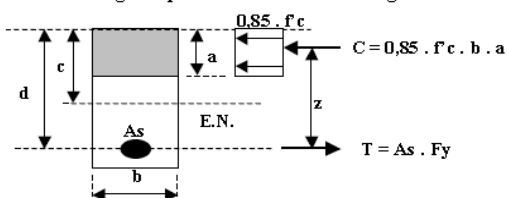
$V_c > V_u/\Phi$
CUMPLE

DISEÑO DE ZAPATA POR FLEXIÓN

La altura útil efectiva requerida en una sección considerada, en zonas sísmicas:

$$d \geq \sqrt{\frac{M_u}{0,189 \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b}}$$

Flexión en Vigas: equilibrio de fuerzas con Diagrama de Whitney



DATOS

Factor de minoración de resistencia por flexión	$\Phi =$	0.9
Resistencia a la compresión	$f'_c =$	210.00 kgf/cm ²
Resistencia a la flexión	$f_y =$	4200.00 kgf/cm ²

MOMENTOS ULTIMOS

En puntera:	Mu 1-1 =	2.23 tnf*m	En talón:	2.38 tnf*m
-------------	----------	------------	-----------	------------

Verificación del espesor de losa

$d \geq$	8.17 cm	
$e =$	13.17 cm	< 45
		CUMPLE

ACERO por metro lineal

Cuantía mínima	$\rho =$	0.0018
Acero mínimo	$A_s \text{ min} =$	8.10 cm ² /ml
	$\tilde{n} =$	4.25

inferior	$A_s \text{ punt} =$	1.70 cm ² /ml
superior	$A_s \text{ talon} =$	1.58 cm ² /ml

A usar:	
$A_s \text{ punt}$	8.10 cm ²
$A_s \text{ talon}$	8.10 cm ²

DISEÑO DE ACERO

PUNTERA

Longitudinal		
3/8"	8.77	cm
1/2"	15.93	cm
5/8"	24.69	cm
3/4"	35.19	cm

Transversal		
3/8"	11.27	cm
1/2"	20.48	cm
5/8"	31.75	cm
3/4"	45.24	cm

TALON

Longitudinal		
3/8"	8.77	cm
1/2"	15.93	cm
5/8"	24.69	cm
3/4"	35.19	cm

Transversal		
3/8"	9.86	cm
1/2"	17.92	cm
5/8"	27.78	cm
3/4"	39.58	cm

DISEÑO DE LA PANTALLA

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

Empuje activo de la tierra E_a	$E_a =$	0.123 y^2	tnf/m	
Empuje de la sobrecarga E_s	$E_s =$	0.088 y	tnf/m	
Empuje total E_{a+s}	$E_{a+s} =$	0.123 y^2	+	0.088 y
Momento total M_{a+s}	$M_{a+s} =$	0.041 y^3	+	0.044 y^2

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

Empuje activo de la tierra E_a	$E_a =$	0.123 y^2	tnf/m		BRAZO
Incremento dinámico ΔDea	$\Delta Dea =$	0.072 y^2	tnf/m		0.33
Fuerza sísmica del peso propio F_{spp}	$F_{spp} =$	0.006 y^2	tnf/m	Triángulo	0.33
		0.126 y	tnf/m	Rectángulo	0.5
Empuje total E_{a+s}	$E_{a+s} =$	0.201 y^2	+	0.126 y	
Momento total M_{a+s}	$M_{a+s} =$	0.091 y^3	+	0.063 y^2	

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

Corte último V_u	$V_u =$	0.196 y^2	+	0.141 y
Momento último M_u	$M_u =$	0.065 y^3	+	0.071 y^2

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

Corte último V_u	$V_u =$	0.268 y^2	+	0.169 y
Momento último M_u	$M_u =$	0.122 y^3	+	0.084 y^2

	Caso 1		Caso 2		Solicitudes máximas	
y (m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)
1	0.34	0.14	0.44	0.21	0.44	0.21
2	1.07	0.81	1.41	1.31	1.41	1.31
3	2.19	2.40	2.92	4.04	2.92	4.04
4.2	4.05	6.09	5.44	10.50	5.44	10.50

y (m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	F (y) (cm)	d(y) (cm)	Φ Vc (tnf)	Verificación	As min (cm ² /ml)	a (cm)	As requer (cm ² /ml)
1	0.44	0.21	32.67	27.67	14.87	OK	5.88	0.05	0.20
2	1.41	1.31	35.33	30.33	16.31	OK	6.36	0.27	1.15
3	2.92	4.04	38.00	33.00	17.74	OK	6.84	0.77	3.32
4.2	5.44	10.50	41.20	36.20	19.46	OK	7.42	1.85	8.09

DISEÑO DE ACERO

Acero vertical interior				
	y (m)	As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm
1a capa	3	6.84	3/8"	10.38
			1/2"	18.86
			5/8"	29.24
			3/4"	41.67
2a capa	4.2	8.09	3/8"	8.78
			1/2"	15.94
			5/8"	24.72
			3/4"	35.23

Acero vertical exterior		
As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm
8.09	3/8"	8.78
	1/2"	15.94
	5/8"	24.72
	3/4"	35.23

Acero transversal		
As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm
9.05	3/8"	7.85
	1/2"	14.25
	5/8"	22.10
	3/4"	31.49

DISEÑO 5 : $\delta = 0.71 \phi$

DATOS

SUELO DE FUNDACIÓN

$\phi' n$	35	°
$\delta' n$	24.85	°
γn	1.26	g/cm ³
c'	0	kgf/cm ²
D_f	1.20	m
q_u	5.04	kgf/cm ²

SUELO DE RELLENO

$\phi' r$	43	°
$\delta' r$	31	°
γr	1.39	g/cm ³
$c' r$	0	kgf/cm ²

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

$f'c$	210	kgf/cm ²
f_y	4200	kgf/cm ²
γ_c	2.4	g/cm ³

DATOS EXTRA

ZONA	3	
Z	0.35	g
S/C	0.5	tnf/m ²

DIMENSIONES DE MURO

Altura total	H_t	4.20	m
Altura de zapata	H_z	0.45	m
Base	B	1.90	m
Pie	P	0.50	m
Corona	t_1	0.30	m
Base de pantalla	t_2	0.40	m

Talón	T	1.00	m
--------------	-----	------	---

¿Se utilizará dentellón? NO *Escoger

Altura de dentellón H_d 0.00 m

Diseño con sobrecarga: SI *Escoger

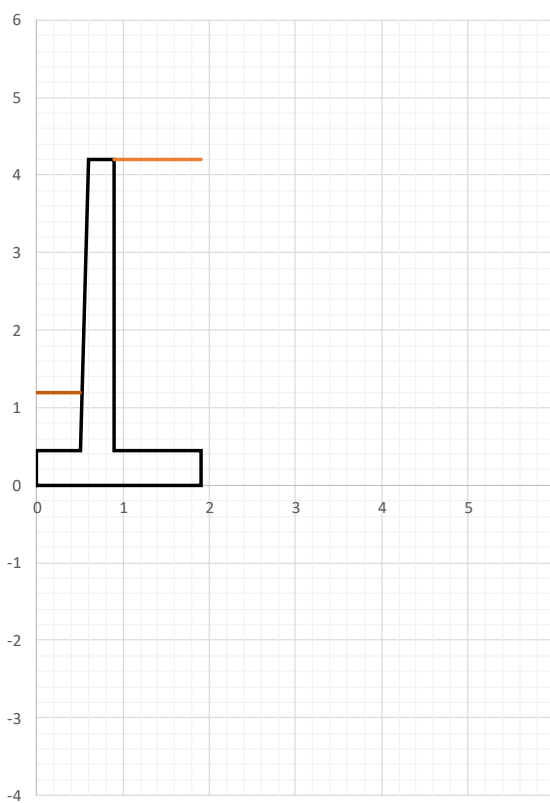
Diseño con pasivo: NO *Escoger

Método: Coulomb *Escoger

* Este diseño es para muros en voladizo no mayores a 6m y con ángulos:

$\psi = 90^\circ$
 $\beta = 0^\circ$

ESQUEMA (m)



RESUMEN

CHEQUEO DISEÑO ESTÁTICO

$$FSD = \frac{\Sigma fr}{\Sigma fa} = \frac{5.65}{2.19} = 2.58 > 1.50 \quad \text{CUMPLE}$$

$$FSV = \frac{\Sigma Me}{\Sigma Mv} = \frac{14.68}{3.30} = 4.46 > 1.50 \quad \text{CUMPLE}$$

Excentricidad ex $< B/6$ Codición
0.017 m < 0.32 **CUMPLE**

σ max 0.68 kgf/cm² < 1.68 **CUMPLE**
 σ min 0.61 kgf/cm² < 1.68 **CUMPLE**

CHEQUEO DISEÑO DINÁMICO

$$FSD = \frac{\Sigma fr}{\Sigma fa} = \frac{5.64}{3.90} = 1.45 > 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

$$FSV = \frac{\Sigma Me}{\Sigma Mv} = \frac{14.88}{7.10} = 2.10 > 1.25 \quad \text{CUMPLE}$$

Excentricidad ex $< B/6$ Codición
0.311 m < 0.32 **CUMPLE**

σ max σ max kgf/cm² < 2.02 **CUMPLE**
 σ min σ min kgf/cm² < 2.02 **CUMPLE**

CÁLCULOS

DISEÑO ESTÁTICO

CENTRO DE GRAVEDAD MURO DE CONTENCIÓN

FIGURA	W (tnf/m)	bx (m)	by (m)	Mx (tnf*m/m)	My (tnf*m/m)
1	2.70	0.75	2.40	2.03	6.48
2	0.45	0.57	1.70	0.26	0.77
3	2.05	0.95	0.23	1.95	0.46
	5.20			4.23	7.71

$$x_{cg} = 0.81 \text{ m}$$

$$y_{cg} = 1.48 \text{ m}$$

ÁNGULOS A USAR

$$\beta = 0^\circ$$

$$\psi = 90^\circ$$

$$\phi_r = 43.00^\circ$$

$$\delta_r = 30.53^\circ$$

COEFICIENTE ACTIVO

$$K_a = 0.177$$

COEFICIENTE PASIVO

$$K_p =$$

FUERZAS

Peso del muro	Wc=	5.20 tnf/m
Peso de sobrecarga	Ws=	0.50 tnf/m
Peso de relleno	Wr=	5.21 tnf/m

EMPUJES

Empuje del suelo	Ea =	2.17 tnf/m
	Ea v =	1.10 tnf/m
	Ea h =	1.87 tnf/m
Empuje de sobrecarga	Es =	0.37 tnf/m
	Es v =	0.19 tnf/m
	Es h =	0.32 tnf/m

FUERZA ACTIVA HORIZONTAL TOTAL

$$F_a = 2.19 \text{ tnf/m}$$

FUERZA DE ROCE

RESULTANTE VERTICAL	Rv =	12.21 tnf/m
COHESION CASTIGADA	c' =	0 tnf/m ²
EMPUJE PASIVO	Ep =	0 tnf/m

* no se utilizara en este ejercicio empuje pasivo

$$F_r = 5.65 \text{ tnf/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$$F_{sd} = F_r / F_a$$

$$F_{sd} = 2.58 \text{ tnf/m} \geq 1.5 \text{ CUMPLE}$$

CUADRO DE MOMENTOS

Fuerza	tnf/m	Brazo	m	Momento	tnf*m/m
Ea h	1.87	1.40	2.62	Mv (Momento de volcamiento)	3.30 tnf*m/m
Es h	0.32	2.10	0.67		
Ws	0.50	1.40	0.70		
Wr	5.21	1.40	7.30	Me (Momento estabilizante)	14.68 tnf*m/m
Wc	5.20	0.81	4.23		
Ea v	1.10	1.90	2.10		
Es v	0.19	1.90	0.36		

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLTEO

$$F_{sv} = M_e / M_v$$

$$F_{sv} = 4.46 \quad \text{tnf/m} \quad \geq 1.5 \quad \text{CUMPLE}$$

ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS_{cp}}$$

$$FS_{cp} \geq 3$$

$$\sigma_{adm} = 1.68 \quad \text{kgf/cm}^2$$

Punto de aplicación de la fuerza resultante

$$X_r = 0.93 \quad \text{m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante

$$e_x < B/6 \quad \text{Codición CUMPLE}$$

$$0.017 \quad \text{m} < 0.32$$

Presión de contacto

σ_{max}	0.68 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE
σ_{min}	0.61 kgf/cm ²	<	1.68	CUMPLE

DISEÑO CONSIDERANDO SISMO

Coefficiente sísmico horizontal

$$C_{sh} = 0.5Z \quad C_{sh} = 0.175 \quad g$$

Coefficiente sísmico vertical

$$C_{sv} = 0.7 C_{sh} \quad C_{sv} = 0.123 \quad g$$

Ángulo teta θ

$$\theta = \arctan(C_{sh} / (1 - C_{sv})) \quad \theta = 11.28^\circ$$

Fuerza sísmica de peso propio

$$F_{spp} = C_{sh} \cdot W_c \quad F_{spp} = 0.910 \quad \text{tnf/m}$$

Coefficiente de presión dinámica activa K_a

para: $\beta < \phi - \theta$

$$K_a = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\text{Cos} \theta \cdot \text{Sen}^2 \psi \cdot \text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \left[1 + \frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \cdot \text{Sen}(\psi + \beta)} \right]}$$

para: $\beta > \phi - \theta$

$$K_a = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\text{Cos} \theta \cdot \text{Sen}^2 \psi \cdot \text{Sen}(\psi - \delta - \theta)}$$

CONDICIÓN	β	<	$\phi - \theta$
	0	<	31.72

$$\beta < \quad K_a = 0.298$$

$$\beta > \quad K_a = 0.990$$

$$K_a = 0.298$$

Incremento dinámico del empuje activo de la tierra

$$\Delta DE_a = \left(\frac{1}{2} \gamma H^2 \right) (K_a - K_{a0}) (1 - C_{sv})$$

$$\Delta Dea = 1.298 \quad \text{tnf/m}$$

$$\Delta Dea_h = 1.118 \quad \text{tnf/m}$$

$$\Delta Dea_v = 0.660 \quad \text{tnf/m}$$

$E_a =$	2.17	→	100%
$\Delta Dea =$	1.298	→	x

El incremento dinámico calculado es aproximadamente un 60% del empuje activo.

$$x = 60\%$$

EMPUJE HORIZONTAL TOTAL

$$E_{a+\Delta} = E_a + \Delta DE_a + F_{pp}$$

$$E_{a+\Delta} = 3.901 \text{ tnf/m}$$

Resultante de esfuerzos verticales

$$R_v = W_c + W_r + \Delta Dea_v + E_{a_v}$$

$$R_v = 12.18 \text{ T/m}$$

FUERZA DE ROCE

RESULTANTE VERTICAL

$$R_v = 12.18 \text{ tnf/m}$$

COHESION CASTIGADA

$$c' = 0 \text{ tnf/m}^2$$

EMPUJE PASIVO

$$E_p = 0 \text{ tnf/m}$$

* no se utilizara en este ejercicio empuje pasivo

$$F_r = 5.64 \text{ tnf/m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$$F_s = F_r / F_a$$

$$F_{sd} = 1.45 \text{ tnf / m} \geq 1.25$$

CUMPLE

Fuerza tnf/m	Brazo m	Momento tnf*m / m
Ea h	1.87	2.62
$\Delta Dea h$	1.12	3.13
Fsp	0.910	1.35
Wr	5.21	7.30
$\Delta Dea V$	0.66	1.25
Wc	5.20	4.23
Ea v	1.10	2.10

**Mv (Momento
de
volcamiento)**

$$7.10 \text{ tnf*m / m}$$

**Me (Momento
estabilizante)**

$$14.88 \text{ tnf*m / m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLCAMIENTO

$$F_{sv} = M_e / M_v$$

$$F_{sv} = 2.10 \text{ tnf / m} \geq 1.25$$

CUMPLE
ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS_{cp}}$$

$$FS_{cp} \geq 2.5$$

$$\sigma_{adm} = 2.016 \text{ kgf/cm}^2$$

Punto de aplicación de la fuerza resultante

$$X_r = 0.64 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante

$$e_x = 0.311 \text{ m}$$

$$< \frac{B}{6} = 0.317$$

Codición
CUMPLE

Presión de contacto

$$\sigma_{max} = 1.271 \text{ kgf/cm}^2$$

<

Codición

$$2.02$$

CUMPLE

$$\sigma_{min} = 0.011 \text{ kgf/cm}^2$$

<

$$2.02$$

CUMPLE

DISEÑO CONSIDERANDO SISMO

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

PUNTERA

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 0.54 tnf
b pp = 0.25 m

REACCION DEL SUELO

$\sigma_{max} = 0.68 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_{min} = 0.61 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_1 = 0.659 \text{ kgf/cm}^2$

R sl = 3.340 tnf

FUERZA CORTANTE V 1-1

V 1-1 = 2.800 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 1-1

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
Triángulo	0.046	0.333	0.015
Rectángulo	3.295	0.250	0.824
(-)Peso Pr.	0.540	0.250	0.135

M 1-1 = 0.704 tnf*m

TALÓN

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 1.08 tnf
b pp = 0.5 m

REACCION DEL SUELO

$\sigma_{max} = 0.68 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_{min} = 0.61 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_2 = 0.644 \text{ kgf/cm}^2$

R sl = 6.261 tnf

FUERZAS ACTUANTES

Wr = 5.21 tnf
Ws = 0.50 tnf
b r = 0.5 m

FUERZA CORTANTE V 2-2

V 2-2 = -0.531 tnf

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 2-2

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
(-)Triángulo	0.182	0.333	0.061
(-)Rectáng.	6.079	0.500	3.040
Peso Propio	1.080	0.500	0.540
P. Relleno	5.213	0.500	2.606
P. Sobrec.	0.500	0.500	0.250

M 2-2 = 0.296 tnf*m

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

PUNTERA

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 0.54 tnf
b pp = 0.25 m

TALÓN

PESO PROPIO por metro lineal

Wpp = 1.08 tnf
b pp = 0.5 m

REACCION DEL SUELO

$\sigma_{\max} = 1.27 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_{\min} = 0.01 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_1 = 0.929 \text{ kgf/cm}^2$

$R_{sl} = 5.501 \text{ T}$

FUERZA CORTANTE V 1-1

$V_{1-1} = 4.961 \text{ T}$

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 1-1

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
Triángulo	1.712	0.167	0.285
Rectángulo	4.645	0.250	1.161
(-)Peso Pr.	0.540	0.250	0.135

$M_{1-1} = 1.312 \text{ tnf*m}$

REACCION DEL SUELO

$\sigma_{\max} = 1.27 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_{\min} = 0.01 \text{ kgf/cm}^2$
 $\sigma_2 = 0.664 \text{ kgf/cm}^2$

$R_{sl} = 3.371 \text{ T}$

FUERZAS ACTUANTES

$W_r = 5.21 \text{ T}$
 $b_r = 0.5 \text{ m}$

FUERZA CORTANTE V 2-2

$V_{1-1} = -2.922 \text{ T}$

Se dividirá en un rectángulo y un triángulo

MOMENTO EN 2-2

	AREA (tnf)	BRAZO (m)	MOMENTO (tnf*m)
(-)Triángulo	3.318	0.333	1.106
Peso Propio	1.080	0.500	0.540
P. Relleno	5.213	0.500	2.606

$M_{2-2} = 2.040 \text{ tnf*m}$

DISEÑO DE ZAPATA POR CORTE

DATOS

Factor de amplificación de cargas (Norma E 060)	$F_{Cu} = 1.336$
Recubrimiento expuesto a suelo (Norma E 060)	$r = 10 \text{ cm}$
Altura de la base	$AB = 45 \text{ cm}$
Peralte efectivo inferior	$d = 35 \text{ cm}$
Peralte efectivo superior	$d = 40 \text{ cm}$
Factor de minoración de resistencia cortante	$\Phi = 0.7$
Profundidad (metro lineal)	$p = 100 \text{ cm}$

CORTE MAXIMO

$V_{\max} = 2.922 \text{ tnf}$

CORTE MAXIMO ÚLTIMO

$V_u = 3.903 \text{ tnf}$

CORTE MAXIMO RESISTENTE DEL CONCRETO

$V_c = 26.882 \text{ tnf}$

$V_u/\Phi = 5.58 \text{ tnf}$

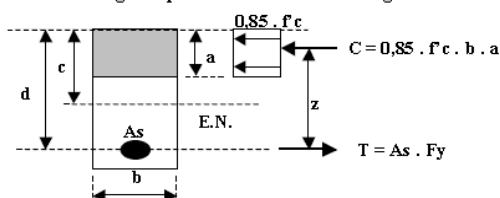
$V_c > V_u/\Phi$
CUMPLE

DISEÑO DE ZAPATA POR FLEXIÓN

La altura útil efectiva requerida en una sección considerada, en zonas sísmicas:

$$d \geq \sqrt{\frac{M_a}{0,189 \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b}}$$

Flexión en Vigas: equilibrio de fuerzas con Diagrama de Whitney



DATOS

Factor de minoración de resistencia por flexión	$\Phi =$	0.9
Resistencia a la compresión	$f'_c =$	210.00 kgf/cm ²
Resistencia a la flexión	$f_y =$	4200.00 kgf/cm ²

MOMENTOS ULTIMOS

En puntera:	Mu 1-1 =	1.75 tnf*m	En talón:	2.73 tnf*m
-------------	----------	------------	-----------	------------

Verificación del espesor de losa

$d \geq$	8.74 cm	
$e =$	13.74 cm	< 45 cm
		CUMPLE

ACERO por metro lineal

Cuantía mínima	$\rho =$	0.0018
Acero mínimo	$A_s \text{ min} =$	8.10 cm ² /ml
	$\tilde{n} =$	4.25

inferior	$A_s \text{ punt} =$	1.33 cm ² /ml
superior	$A_s \text{ talon} =$	1.81 cm ² /ml

A usar:	
$A_s \text{ punt}$	8.10 cm ²
$A_s \text{ talon}$	8.10 cm ²

DISEÑO DE ACERO

PUNTERA

Longitudinal		
3/8"	8.77	cm
1/2"	15.93	cm
5/8"	24.69	cm
3/4"	35.19	cm

Transversal		
3/8"	11.27	cm
1/2"	20.48	cm
5/8"	31.75	cm
3/4"	45.24	cm

TALON

Longitudinal		
3/8"	8.77	cm
1/2"	15.93	cm
5/8"	24.69	cm
3/4"	35.19	cm

Transversal		
3/8"	9.86	cm
1/2"	17.92	cm
5/8"	27.78	cm
3/4"	39.58	cm

DISEÑO DE LA PANTALLA

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

Empuje activo de la tierra E_a	$E_a =$	0.123 y^2	tnf/m	
Empuje de la sobrecarga E_s	$E_s =$	0.089 y	tnf/m	
Empuje total E_{a+s}	$E_{a+s} =$	0.123 y^2	+	0.089 y
Momento total M_{a+s}	$M_{a+s} =$	0.041 y^3	+	0.044 y^2

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

Empuje activo de la tierra E_a	$E_a =$	0.123 y^2	tnf/m		BRAZO
Incremento dinámico ΔDea	$\Delta Dea =$	0.074 y^2	tnf/m		0.33
Fuerza sísmica del peso propio F_{spp}	$F_{spp} =$	0.006 y^2	tnf/m	Triángulo	0.33
		0.126 y	tnf/m	Rectángulo	0.5
Empuje total E_{a+s}	$E_{a+s} =$	0.202 y^2	+	0.126 y	
Momento total M_{a+s}	$M_{a+s} =$	0.092 y^3	+	0.063 y^2	

CASO 1: EMPUJE DE TIERRA + SOBRECARGA

Corte último V_u	$V_u =$	0.197 y^2	+	0.142 y
Momento último M_u	$M_u =$	0.066 y^3	+	0.071 y^2

CASO 2: EMPUJE DE TIERRA + SISMO

Corte último V_u	$V_u =$	0.270 y^2	+	0.168 y
Momento último M_u	$M_u =$	0.123 y^3	+	0.084 y^2

	Caso 1		Caso 2		Solicitudes máximas	
y (m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)
1	0.34	0.14	0.44	0.21	0.44	0.21
2	1.07	0.81	1.42	1.32	1.42	1.32
3	2.20	2.41	2.94	4.08	2.94	4.08
4.2	4.07	6.12	5.48	10.59	5.48	10.59

y (m)	Vu (tnf)	Mu (tnf-m)	F (y) (cm)	d(y) (cm)	Φ Vc (tnf)	Verificación	As min (cm ² /ml)	a (cm)	As requer (cm ² /ml)
1	0.44	0.21	32.67	27.67	14.87	OK	5.88	0.05	0.20
2	1.42	1.32	35.33	30.33	16.31	OK	6.36	0.27	1.16
3	2.94	4.08	38.00	33.00	17.74	OK	6.84	0.78	3.35
4.2	5.48	10.59	41.20	36.20	19.46	OK	7.42	1.87	8.16

DISEÑO DE ACERO

Acero vertical interior				
y (m)	As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm	
1a capa	6.84		3/8"	10.38
			1/2"	18.86
			5/8"	29.24
			3/4"	41.67
2a capa	8.16		3/8"	8.70
			1/2"	15.80
			5/8"	24.50
			3/4"	34.91

Acero vertical exterior		
As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm
8.16	3/8"	8.70
	1/2"	15.80
	5/8"	24.50
	3/4"	34.91

Acero transversal		
As a usar (cm ² /ml)	Das pulg.	S cm
9.05	3/8"	7.85
	1/2"	14.25
	5/8"	22.10
	3/4"	31.49

ANEXO G: PRESUPUESTO DEL MURO DE CONTENCIÓN

Presupuesto

Presupuesto **0203001 MURO DE CONTENCION DISEÑO 1**
 Subpresupuesto **001 MURO DE CONTENCION**
 Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CERRO COLORADO** Costo al **25/06/2019**
 Lugar **AREQUIPA - AREQUIPA - CERRO COLORADO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				5,160.90
01.01	MOVILIZACION Y DEMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	gib	1.00	1,500.00	1,500.00
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION	und	1.00	750.00	750.00
01.03	TRAZO Y REPLANTEO	m2	168.00	0.94	157.92
01.04	CERCO DE OBRA CON POSTES DE MADERA Y TRIPLAY	m	71.00	21.38	1,517.98
01.05	OFICINA, CASETA DE GUARDIANA Y ALMACEN DE OBRA	gib	1.00	1,235.00	1,235.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				18,118.28
02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO	m3	451.50	6.88	3,106.32
02.02	EXCAVACION DE ZANJAS CON EQUIPO	m3	201.60	6.25	1,260.00
02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	388.50	27.59	10,718.72
02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km	m3	193.20	15.70	3,033.24
03	CONCRETO SIMPLE				4,725.84
03.01	CONCRETO SOLADO e= 2" f _c =100 kg/cm ²	m2	168.00	28.13	4,725.84
04	CONCRETO ARMADO				181,399.96
04.01	ZAPATAS				46,681.00
04.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f _c =210 kg/cm ²	m3	88.20	287.27	25,337.21
04.01.02	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	4,251.75	5.02	21,343.79
04.02	PANTALLA				134,718.96
04.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA MURO CONTENCION f _c =210 kg/cm ²	m3	91.88	346.46	31,832.74
04.02.02	ENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS	m2	530.25	122.38	64,892.00
04.02.03	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	7,568.57	5.02	37,994.22
05	DETALLE DE MURO DE CONTENCION				4,002.61
05.01	GEOTEXTIL NO TEJIDO EN MUROS DE CONTENCION	m2	126.00	9.18	1,156.68
05.02	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"	m2	15.48	12.02	186.07
05.03	DRENAJE CON GRAVA 1/2"3/4"+TUB. PVC Ø=2" PARA MUROS	mll	77.00	29.55	2,275.35
05.04	ACABADO PULIDO DE CORONADE MURO e=5cm MEZCLA 1:3	m2	21.00	18.31	384.51
	COSTO DIRECTO				213,407.59
	GASTOS GENERALES (15%)				32,011.14
	UTILIDAD (10%)				21,340.76
	SUBTOTAL				266,759.49
	IGV (18%)				48,016.71
	TOTAL DE PRESUPUESTO				266,759.49

SON : DOSCIENTOS SESENTISEIS MIL SETECIENTOS CINCUENTINUEVE Y 49/100 NUEVOS SOLES

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203001	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 1					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN				Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	01.01	MOVILIZACIÓN Y DEMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : glb		1,500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0244010002	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE QUIPOS	glb		1.0000	1,500.00	1,500.00	1,500.00
Partida	01.02	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und		750.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0292020002	CARTEL DE OBRA	und		1.0000	750.00	750.00	750.00
Partida	01.03	TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000		Costo unitario directo por : m2		0.94
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0160	15.79	0.25	
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0080	21.88	0.18	
0102010001	NIVELADOR	hh	1.0000	0.0080	17.52	0.14	
						0.57	
	Materiales						
02130200020005	CAL DE OBRA X 20KG MARTELL	bol		0.0100	12.63	0.13	
0231040001	CAL DE OBRA X 20KG MARTELL						
	ESTACAS DE MADERA	und		0.0030	4.56	0.01	
						0.14	
	Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	dia	1.0000	0.0010	12.00	0.01	
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0080	25.00	0.20	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.57	0.02	
						0.23	
Partida	01.04	CERCO DE OBRA CON POSTES DE MADERA Y TRIPLAY					
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000		Costo unitario directo por : m		21.38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.88	3.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.52	2.80	
						6.30	
	Materiales						
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg		0.1500	3.30	0.50	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.3477	5.80	2.02	
02310500010007	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 6 mm	pza		0.3477	35.20	12.24	
						14.76	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6.30	0.32	
						0.32	

Fecha : 03/11/2019 10:26:56p.m.

S10

Página : 2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203001	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 1					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					
						Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	01.05	OFICINA, CASETA DE GUARDIANA Y ALMACEN DE OBRA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb	1,235.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0279020001	OFICINA, CASE DE GUARDIANA Y ALMACEN DE OBRA		glb		1.0000	1,235.00	1,235.00
							1,235.00
Partida	02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000			Costo unitario directo por : m3	6.88
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0020	21.88	0.04
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0200	21.88	0.44
							0.48
	Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2		gal		0.1000	12.00	1.20
							1.20
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1.0000	0.48	
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3		hm	2.0000	0.0400	130.00	5.20
							5.20
Partida	02.02	EXCAVACION DE ZANJAS CON EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000			Costo unitario directo por : m3	6.25
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0320	15.79	0.51
							0.51
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.51	0.02
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP		hm	1.0000	0.0160	357.19	5.72
							5.74
Partida	02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000			Costo unitario directo por : m3	27.59
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	5.0000	0.6667	15.79	10.53
							10.53
	Materiales						
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.2000	13.05	2.61
							2.61
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	10.53	0.32
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	2.0000	0.2667	33.75	9.00
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8 HP 0.8-1.1 TON		hm	1.0000	0.1333	38.47	5.13
							14.45

Fecha : 03/11/2019 10:26:56p.m.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203001	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 1						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m3			15.70	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	17.52	0.18	0.18	
	Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2	gal		1.0000	12.00	12.00	12.00	
							12.00	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.18	0.01	0.01	
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125 HP 2.5 yd3	hm	0.3000	0.0030	171.12	0.51	0.51	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0100	299.66	3.00	3.00	
							3.52	
Partida	03.01	CONCRETO SOLADO e= 2" f'c=100 kg/cm2						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2			28.13	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	21.88	2.19	2.19	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	17.52	1.75	1.75	
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.7000	15.79	11.05	11.05	
							14.99	
	Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.4000	9.69	3.88	3.88	
0207030001	HORMIGON	m3		0.1900	26.12	4.96	4.96	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1400	13.05	1.83	1.83	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0400	16.86	0.67	0.67	
							11.34	
	Equipos							
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1000	18.03	1.80	1.80	
							1.80	
Partida	04.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 70.0000	EQ. 70.0000	Costo unitario directo por : m3			287.27	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1143	21.88	2.50	2.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.5000	0.1714	17.52	3.00	3.00	
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.5714	15.79	9.02	9.02	
							14.52	
	Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.0857	9.69	0.83	0.83	
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I	m3		1.0200	233.50	238.17	238.17	
02190500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	33.00	33.66	33.66	
							272.66	
	Equipos							
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.0000	0.0143	6.08	0.09	0.09	
							0.09	

Fecha : 03/11/2019 10:26:56p.m.

S10

Página : 4

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203001	MURO DE CONTENCION DISEÑO 1					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCION				Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	04.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000		Costo unitario directo por :	kg	5.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	21.88	0.73	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0667	17.52	1.17	
						1.90	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	2.97	0.09	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0300	2.84	2.93	
						3.02	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.90	0.10	
						0.10	
Partida	04.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA MURO CONTENCION f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 21.0000	EQ. 21.0000		Costo unitario directo por :	m3	346.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.7619	21.88	16.67	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.7619	17.52	13.35	
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.2857	15.79	36.09	
						66.11	
	Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I m3			1.0200	233.50	238.17	
02221800010015	CURADOR DE CONCRETO	gal		0.2100	12.26	2.57	
						240.74	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	66.11	1.98	
03010400010003	BOMBA ESTACIONARIA DE CONCRETO m3	m3		1.0000	33.00	33.00	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.5"	hm	2.0000	0.7619	6.08	4.63	
						39.61	
Partida	04.02.02	ENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por :	m2	122.38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	15.79	12.63	
						30.13	
	Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.0300	12.00	0.36	
0292030002	PANELES METALICOS MODULARES ENTRE 3 Y 6 M DE ALTURA	m2		0.0700	567.70	39.74	
0292030003	ESTRUCUTRA DE SOPORTE DE SISTEMA DE ENCOFRADO VERTICAL PARA MUROS DE DOS CARAS	und		0.0700	732.19	51.25	
						91.35	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	30.13	0.90	
						0.90	

Fecha : 03/11/2019 10:26:56p.m.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203001	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 1					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					
Fecha presupuesto	25/06/2019						
Partida	04.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo unitario directo por : kg			5.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	21.88	0.73	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0667	17.52	1.17	
						1.90	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	2.97	0.09	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0300	2.84	2.93	
						3.02	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.90	0.10	
						0.10	
Partida	05.01	GEOTEXTIL NO TEJIDO EN MUROS DE CONTENCIÓN					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			9.18
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	21.88	1.75	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.2400	15.79	3.79	
						5.54	
	Materiales						
0210020001	GEOTEXTIL PARA SUB DRENAJE	m2		1.1000	3.05	3.36	
						3.36	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	5.54	0.28	
						0.28	
Partida	05.02	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2			12.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0200	17.52	0.35	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	15.79	3.16	
						3.51	
	Materiales						
02100400010007	TECKNOPOR DE e = 3/4" 0.60 X 1.20 m	pln		1.0500	8.00	8.40	
						8.40	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.51	0.11	
						0.11	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203001	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 1						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	05.03	DRENAJE CON GRAVA 1/2"3/4"+TUB. PVC Ø=2" PARA MUROS						
Rendimiento	ml/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : ml			29.55	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	21.88	0.88		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	17.52	7.01		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	15.79	6.32		
						14.21		
	Materiales							
02052700010006	TUBERIA HDPE PERFORADO, D=4" EN MUROS DE CONTENCIÓN	m		1.0500	10.27	10.78		
0207010012	GRAVA PARA FOLTRO DE 3/4 -1/2"	m3		0.1375	30.00	4.13		
						14.91		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.21	0.43		
						0.43		
Partida	05.04	ACABADO PULIDO DE CORONADE MURO e=5cm MEZCLA 1:3						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m2			18.31	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	17.52	7.79		
0101010005	PEON	hh	0.7500	0.3333	15.79	5.26		
						13.05		
	Materiales							
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg		0.0220	3.30	0.07		
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0180	39.00	0.70		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0050	13.05	0.07		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1190	16.86	2.01		
0231110001	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.4800	4.00	1.92		
0231190001	MADERA PINO	p2		0.0250	4.00	0.10		
						4.87		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.05	0.39		
						0.39		

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto **0203002 MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 2**
Subpresupuesto **001 MURO DE CONTENCIÓN**
Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CERRO COLORADO** Costo al **25/06/2019**
Lugar **AREQUIPA - AREQUIPA - CERRO COLORADO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				5,160.90
01.01	MOVILIZACIÓN Y DEMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	gib	1.00	1,500.00	1,500.00
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	168.00	0.94	157.92
01.03	CERCO DE OBRA CON POSTES DE MADERA Y TRIPLAY	m	71.00	21.38	1,517.98
01.04	OFICINA, CASETA DE GUARDIANA Y ALMACEN DE OBRA	gib	1.00	1,235.00	1,235.00
01.05	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN	und	1.00	750.00	750.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				17,828.58
02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO	m3	451.50	6.88	3,106.32
02.02	EXCAVACIÓN DE ZANJAS CON EQUIPO	m3	201.60	6.25	1,260.00
02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	378.00	27.59	10,429.02
02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km	m3	193.20	15.70	3,033.24
03	CONCRETO SIMPLE				4,725.84
03.01	CONCRETO SOLADO e= 2" f _c =100 kg/cm ²	m2	168.00	28.13	4,725.84
04	CONCRETO ARMADO				181,399.96
04.01	ZAPATAS				46,681.00
04.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f _c =210 kg/cm ²	m3	88.20	287.27	25,337.21
04.01.02	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	4,251.75	5.02	21,343.79
04.02	PANTALLA				134,718.96
04.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA MURO CONTENCIÓN f _c =210 kg/cm ²	m3	91.88	346.46	31,832.74
04.02.02	ENCOFRADO METÁLICO MUROS DOS CARAS	m2	530.25	122.38	64,892.00
04.02.03	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	7,568.57	5.02	37,994.22
05	DETALLE DE MURO DE CONTENCIÓN				4,002.61
05.01	GEOTEXTIL NO TEJIDO EN MUROS DE CONTENCIÓN	m2	126.00	9.18	1,156.68
05.02	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"	m2	15.48	12.02	186.07
05.03	DRENAJE CON GRAVA 1/2"3/4"+TUB. PVC Ø=2" PARA MUROS	ml	77.00	29.55	2,275.35
05.04	ACABADO PULIDO DE CORONADE MURO e=5cm MEZCLA 1:3	m2	21.00	18.31	384.51
	COSTO DIRECTO				213,117.89
	GASTOS GENERALES (15%)				31,967.68
	UTILIDAD (10%)				21,311.79
	SUBTOTAL				266,397.36
	IGV (18%)				47,951.52
	TOTAL DE PRESUPUESTO				266,397.36

SON : DOSCIENTOS SESENTISEIS MIL TRESCIENTOS NOVENTISIETE Y 36/100 NUEVOS SOLES

Fecha :

04/11/2019 00:22:31

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203002	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 2					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN			Fecha presupuesto	25/06/2019	
Partida	01.01	MOVILIZACIÓN Y DEMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : glb		1,500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0244010002	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE QUIPOS	glb		1.0000	1,500.00	1,500.00	1,500.00
Partida	01.02	TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000		Costo unitario directo por : m2		0.94
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0160	15.79	0.25	
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0080	21.88	0.18	
0102010001	NIVELADOR	hh	1.0000	0.0080	17.52	0.14	
						0.57	
	Materiales						
02130200020005	CAL DE OBRA X 20KG MARTELL	bol		0.0100	12.63	0.13	
0231040001	CAL DE OBRA X 20KG MARTELL ESTACAS DE MADERA	und		0.0030	4.56	0.01	
						0.14	
	Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0010	12.00	0.01	
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0080	25.00	0.20	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.57	0.02	
						0.23	
Partida	01.03	CERCO DE OBRA CON POSTES DE MADERA Y TRIPLAY					
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000		Costo unitario directo por : m		21.38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.88	3.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.52	2.80	
						6.30	
	Materiales						
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg		0.1500	3.30	0.50	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.3477	5.80	2.02	
02310500010007	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 6 mm	pza		0.3477	35.20	12.24	
						14.76	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6.30	0.32	
						0.32	
Partida	01.04	OFICINA, CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACEN DE OBRA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : glb		1,235.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0279020001	OFICINA, CASE DE GUARDIANIA Y ALMACEN DE OBRA	glb		1.0000	1,235.00	1,235.00	1,235.00

Fecha : 03/11/2019 10:28:51p.m.

S10

Página : 2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203002	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 2						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN						
						Fecha presupuesto	25/06/2019	
Partida	01.05	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : und		750.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
0292020002	CARTEL DE OBRA	und		1.0000	750.00	750.00		750.00
Partida	02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000			Costo unitario directo por : m3		6.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0020	21.88	0.04		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	21.88	0.44		
						0.48		
	Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.1000	12.00	1.20		
						1.20		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.0000	0.48			
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	2.0000	0.0400	130.00	5.20		
						5.20		
Partida	02.02	EXCAVACION DE ZANJAS CON EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000			Costo unitario directo por : m3		6.25
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	15.79	0.51		
						0.51		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.51	0.02		
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0160	357.19	5.72		
						5.74		
Partida	02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000			Costo unitario directo por : m3		27.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.6667	15.79	10.53		
						10.53		
	Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2000	13.05	2.61		
						2.61		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.53	0.32		
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.2667	33.75	9.00		
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8 HP 0.8-1.1 TON	hm	1.0000	0.1333	38.47	5.13		
						14.45		

Fecha : 03/11/2019 10:28:51p.m.

S10

Página : 3

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203002	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 2						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN						
						Fecha presupuesto	25/06/2019	
Partida	02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000			Costo unitario directo por : m3		15.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	17.52	0.18		0.18
	Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2	gal		1.0000	12.00	12.00		12.00
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.18	0.01		0.01
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125 HP 2.5 yd3	hm	0.3000	0.0030	171.12	0.51		0.51
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0100	299.66	3.00		3.00
						3.52		
Partida	03.01	CONCRETO SOLADO e= 2" f'c=100 kg/cm2						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000			Costo unitario directo por : m2		28.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	21.88	2.19		2.19
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	17.52	1.75		1.75
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.7000	15.79	11.05		11.05
	Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.4000	9.69	3.88		3.88
0207030001	HORMIGON	m3		0.1900	26.12	4.96		4.96
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1400	13.05	1.83		1.83
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0400	16.86	0.67		0.67
	Equipos							
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1000	18.03	1.80		1.80
						1.80		
Partida	04.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 70.0000	EQ. 70.0000			Costo unitario directo por : m3		287.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1143	21.88	2.50		2.50
0101010004	OFICIAL	hh	1.5000	0.1714	17.52	3.00		3.00
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.5714	15.79	9.02		9.02
	Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.0857	9.69	0.83		0.83
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I	m3		1.0200	233.50	238.17		238.17
02190500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	33.00	33.66		33.66
	Equipos							
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.0000	0.0143	6.08	0.09		0.09
						0.09		

Fecha : 03/11/2019 10:28:51p.m.

S10

Página : 4

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203002	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 2					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					
						Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	04.01.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000		Costo unitario directo por : kg		5.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	21.88	0.73	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0667	17.52	1.17	
						1.90	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	2.97	0.09	
0204030001	ACERO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ GRADO 60	kg		1.0300	2.84	2.93	
						3.02	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.90	0.10	
						0.10	
Partida	04.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA MURO CONTENCIÓN $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 21.0000	EQ. 21.0000		Costo unitario directo por : m3		346.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.7619	21.88	16.67	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.7619	17.52	13.35	
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.2857	15.79	36.09	
						66.11	
	Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ CON CEMENTO T-1	m3		1.0200	233.50	238.17	
02221800010015	CURADOR DE CONCRETO	gal		0.2100	12.26	2.57	
						240.74	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	66.11	1.98	
03010400010003	BOMBA ESTACIONARIA DE CONCRETO m3	m3		1.0000	33.00	33.00	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.5"	hm	2.0000	0.7619	6.08	4.63	
						39.61	
Partida	04.02.02	ENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m2		122.38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	15.79	12.63	
						30.13	
	Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.0300	12.00	0.36	
0292030002	PANELES METALICOS MODULARES ENTRE 3 Y 6 M DE ALTURA	m2		0.0700	567.70	39.74	
0292030003	ESTRUCUTRA DE SOPORTE DE SISTEMA DE ENCOFRADO VERTICAL PARA MUROS DE DOS CARAS	und		0.0700	732.19	51.25	
						91.35	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	30.13	0.90	
						0.90	

Fecha : 03/11/2019 10:28:51p.m.

S10

Página :

5

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203002	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 2					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					Fecha presupuesto 25/06/2019
Partida	04.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo unitario directo por : kg			5.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	21.88	0.73	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0667	17.52	1.17	
						1.90	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	2.97	0.09	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0300	2.84	2.93	
						3.02	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.90	0.10	
						0.10	
Partida	05.01	GEOTEXTIL NO TEJIDO EN MUROS DE CONTENCIÓN					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			9.18
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	21.88	1.75	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.2400	15.79	3.79	
						5.54	
	Materiales						
0210020001	GEOTEXTIL PARA SUB DRENAJE	m2		1.1000	3.05	3.36	
						3.36	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	5.54	0.28	
						0.28	
Partida	05.02	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2			12.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0200	17.52	0.35	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	15.79	3.16	
						3.51	
	Materiales						
02100400010007	TECNOPOR DE e = 3/4" 0.60 X 1.20 m	pln		1.0500	8.00	8.40	
						8.40	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.51	0.11	
						0.11	

Fecha : 03/11/2019 10:28:51p.m.

S10

Página : 6

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203002	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 2					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					
Fecha presupuesto							25/06/2019
Partida	05.03	DRENAJE CON GRAVA 1/2"3/4"+TUB. PVC Ø=2" PARA MUROS					
Rendimiento	mII/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000			Costo unitario directo por : mII	29.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	21.88	0.88	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	17.52	7.01	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	15.79	6.32	
						14.21	
	Materiales						
02052700010006	TUBERIA HDPE PERFORADO, D=4" EN MUROS DE CONTENCIÓN	m		1.0500	10.27	10.78	
0207010012	GRAVA PARA FOLTRO DE 3/4 -1/2"	m3		0.1375	30.00	4.13	
						14.91	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.21	0.43	
						0.43	
Partida	05.04	ACABADO PULIDO DE CORONADE MURO e=5cm MEZCLA 1:3					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000			Costo unitario directo por : m2	18.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	17.52	7.79	
0101010005	PEON	hh	0.7500	0.3333	15.79	5.26	
						13.05	
	Materiales						
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg		0.0220	3.30	0.07	
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0180	39.00	0.70	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0050	13.05	0.07	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1190	16.86	2.01	
0231110001	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.4800	4.00	1.92	
0231190001	MADERA PINO	p2		0.0250	4.00	0.10	
						4.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.05	0.39	
						0.39	

Fecha : 03/11/2019 10:28:51p.m.

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto 0203005 MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 3
Subpresupuesto 001 MURO DE CONTENCIÓN
Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CERRO COLORADO
Lugar AREQUIPA - AREQUIPA - CERRO COLORADO
Costo al 25/06/2019

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				5,154.32
01.01	MOVILIZACIÓN Y DEMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	161.00	0.94	151.34
01.03	CERCO DE OBRA CON POSTES DE MADERA Y TRIPLAY	m	71.00	21.38	1,517.98
01.04	OFICINA, CASETA DE GUARDIANA Y ALMACÉN DE OBRA	glb	1.00	1,235.00	1,235.00
01.05	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN	und	1.00	750.00	750.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				17,239.48
02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO	m3	430.50	6.88	2,961.84
02.02	EXCAVACIÓN DE ZANJAS CON EQUIPO	m3	193.20	6.25	1,207.50
02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	372.75	27.59	10,284.17
02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km	m3	177.45	15.70	2,785.97
03	CONCRETO SIMPLE				4,528.93
03.01	CONCRETO SOLADO e= 2" f'c=100 kg/cm2	m2	161.00	28.13	4,528.93
04	CONCRETO ARMADO				198,624.17
04.01	ZAPATAS				41,719.55
04.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2	m3	72.45	287.27	20,812.71
04.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4,164.71	5.02	20,906.84
04.02	PANTALLA				156,904.62
04.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA MURO CONTENCIÓN f'c=210 kg/cm2	m3	91.88	346.46	31,832.74
04.02.02	ENCOFRADO METÁLICO MUROS DOS CARAS PERSONALIZADO	m2	530.25	164.22	87,077.66
04.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	7,568.57	5.02	37,994.22
05	DETALLE DE MURO DE CONTENCIÓN				3,999.36
05.01	GEOTEXTIL NO TEJIDO EN MUROS DE CONTENCIÓN	m2	126.00	9.18	1,156.68
05.02	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"	m2	15.21	12.02	182.82
05.03	DRENAJE CON GRAVA 1/2"3/4"+TUB. PVC Ø=2" PARA MUROS	mll	77.00	29.55	2,275.35
05.04	ACABADO PULIDO DE CORONADO MURO e=5cm MEZCLA 1:3	m2	21.00	18.31	384.51
	COSTO DIRECTO				229,546.26
	GASTOS GENERALES (15%)				34,431.94
	UTILIDAD (10%)				22,954.63
	SUBTOTAL				286,932.83
	IGV (18%)				51,647.91
	TOTAL DE PRESUPUESTO				286,932.83
	SON : DOSCIENTOS OCHENTISEIS MIL NOVECIENTOS TRENTIDOS Y 83/100 NUEVOS SOLES				

Fecha : 04/11/2019 00:23:09

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203005	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 3						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN						
						Fecha presupuesto	25/06/2019	
Partida	01.01	MOVILIZACIÓN Y DEMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb		1,500.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales							
0244010002	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE QUIPOS		glb		1.0000	1,500.00	1,500.00	1,500.00
Partida	01.02	TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000			Costo unitario directo por : m2		0.94
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0160	15.79	0.25	
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0080	21.88	0.18	
0102010001	NIVELADOR		hh	1.0000	0.0080	17.52	0.14	
	Materiales						0.57	
02130200020005	CAL DE OBRA X 20KG MARTELL		bol		0.0100	12.63	0.13	
0231040001	CAL DE OBRA X 20KG MARTELL							
0231040001	ESTACAS DE MADERA		und		0.0030	4.56	0.01	
	Equipos						0.14	
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO		día	1.0000	0.0010	12.00	0.01	
0301000020	ESTACION TOTAL		hm	1.0000	0.0080	25.00	0.20	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.57	0.02	
							0.23	
Partida	01.03	CERCO DE OBRA CON POSTES DE MADERA Y TRIPLAY						
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000			Costo unitario directo por : m		21.38
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1600	21.88	3.50	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1600	17.52	2.80	
	Materiales						6.30	
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA		kg		0.1500	3.30	0.50	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.3477	5.80	2.02	
02310500010007	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 6 mm		pza		0.3477	35.20	12.24	
	Equipos						14.76	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	6.30	0.32	
							0.32	
Partida	01.04	OFICINA, CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACEN DE OBRA						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb		1,235.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales							
0279020001	OFICINA, CASE DE GUARDIANIA Y ALMACEN DE OBRA		glb		1.0000	1,235.00	1,235.00	1,235.00

Fecha : 03/11/2019 10:29:36p.m.

S10

Página : 2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203005	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 3					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN				Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	01.05	CARTEL DE IDENTIFICACION					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por :	und 750.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0292020002	CARTEL DE OBRA	und		1.0000	750.00	750.00	750.00
Partida	02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000			Costo unitario directo por :	m3 6.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0020	21.88	0.04	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	21.88	0.44	
						0.48	
	Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.1000	12.00	1.20	1.20
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.0000	0.48		
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	2.0000	0.0400	130.00	5.20	5.20
Partida	02.02	EXCAVACION DE ZANJAS CON EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000			Costo unitario directo por :	m3 6.25
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	15.79	0.51	0.51
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.51	0.02	
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0160	357.19	5.72	5.74
Partida	02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000			Costo unitario directo por :	m3 27.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.6667	15.79	10.53	10.53
	Materiales						
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2000	13.05	2.61	2.61
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.53	0.32	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.2667	33.75	9.00	
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8 HP 0.8-1.1 TON	hm	1.0000	0.1333	38.47	5.13	14.45

Fecha : 03/11/2019 10:29:36p.m.

S10

Página : 3

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203005	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 3					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					
Fecha presupuesto							25/06/2019
Partida	02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000		Costo unitario directo por : m3		15.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	17.52	0.18	0.18
	Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal		1.0000	12.00	12.00	12.00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.18	0.01	0.01
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125 HP 2.5 yd3	hm	0.3000	0.0030	171.12	0.51	0.51
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0100	299.66	3.00	3.00
							3.52
Partida	03.01	CONCRETO SOLADO e= 2" f'c=100 kg/cm2					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000		Costo unitario directo por : m2		28.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	21.88	2.19	2.19
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	17.52	1.75	1.75
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.7000	15.79	11.05	11.05
							14.99
	Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.4000	9.69	3.88	3.88
0207030001	HORMIGON	m3		0.1900	26.12	4.96	4.96
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1400	13.05	1.83	1.83
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0400	16.86	0.67	0.67
							11.34
	Equipos						
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1000	18.03	1.80	1.80
							1.80
Partida	04.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 70.0000	EQ. 70.0000		Costo unitario directo por : m3		287.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1143	21.88	2.50	2.50
0101010004	OFICIAL	hh	1.5000	0.1714	17.52	3.00	3.00
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.5714	15.79	9.02	9.02
							14.52
	Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.0857	9.69	0.83	0.83
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I	m3		1.0200	233.50	238.17	238.17
02190500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	33.00	33.66	33.66
							272.66
	Equipos						
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.0000	0.0143	6.08	0.09	0.09
							0.09

Fecha : 03/11/2019 10:29:36p.m.

S10

Página : 4

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203005	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 3						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	04.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo unitario directo por : kg				5.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	21.88	0.73		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0667	17.52	1.17		
						1.90		
	Materiales							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	2.97	0.09		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0300	2.84	2.93		
						3.02		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.90	0.10		
						0.10		
Partida	04.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA MURO CONTENCIÓN f'c=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 21.0000	EQ. 21.0000	Costo unitario directo por : m3				346.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.7619	21.88	16.67		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.7619	17.52	13.35		
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.2857	15.79	36.09		
						66.11		
	Materiales							
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I	m3		1.0200	233.50	238.17		
02221800010015	CURADOR DE CONCRETO	gal		0.2100	12.26	2.57		
						240.74		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	66.11	1.98		
03010400010003	BOMBA ESTACIONARIA DE CONCRETO m3	m3		1.0000	33.00	33.00		
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.5"	hm	2.0000	0.7619	6.08	4.63		
						39.61		
Partida	04.02.02	ENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS PERSONALIZADO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2				164.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	15.79	12.63		
						30.13		
	Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.0300	12.00	0.36		
0292030003	ESTRUCUTRA DE SOPORTE DE SISTEMA DE ENCOFRADO VERTICAL PARA MUROS DE DOS CARAS	und		0.0700	732.19	51.25		
0292030004	PANELES METALICOS PERSONALIZADOS ENTRE 3 Y 6 M DE ALTURA	m2		0.0700	1,165.40	81.58		
						133.19		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	30.13	0.90		
						0.90		

Fecha : 03/11/2019 10:29:36p.m.

S10

Página :

5

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203005 MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 3						
Subpresupuesto	001 MURO DE CONTENCIÓN		Fecha presupuesto 25/06/2019				
Partida	04.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo unitario directo por : kg			5.02
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0333	21.88	0.73
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.0667	17.52	1.17
							1.90
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0300	2.97	0.09
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0300	2.84	2.93
							3.02
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.90	0.10
							0.10
Partida	05.01	GEOTEXTIL NO TEJIDO EN MUROS DE CONTENCIÓN					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			9.18
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.0800	21.88	1.75
0101010005	PEON		hh	6.0000	0.2400	15.79	3.79
							5.54
	Materiales						
0210020001	GEOTEXTIL PARA SUB DRENAJE		m2		1.1000	3.05	3.36
							3.36
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	5.54	0.28
							0.28
Partida	05.02	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2			12.02
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	0.1000	0.0200	17.52	0.35
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.2000	15.79	3.16
							3.51
	Materiales						
02100400010007	TECNOPOR DE e = 3/4" 0.60 X 1.20 m		pln		1.0500	8.00	8.40
							8.40
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.51	0.11
							0.11

Fecha : 03/11/2019 10:29:36p.m.

S10

Página : 6

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203005	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 3					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN			Fecha presupuesto	25/06/2019	
Partida	05.03	DRENAJE CON GRAVA 1/2"3/4"+TUB. PVC Ø=2" PARA MUROS					
Rendimiento	m11/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000		Costo unitario directo por : m11		29.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	21.88	0.88	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	17.52	7.01	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	15.79	6.32	
						14.21	
	Materiales						
02052500010001	TUBERIA PVC-SAP 2" CRIBADO PARA DRENAJE	m		1.0500	10.27	10.78	
0207010012	GRAVA PARA FOLTRO DE 3/4 -1/2"	m3		0.1375	30.00	4.13	
						14.91	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.21	0.43	
						0.43	
Partida	05.04	ACABADO PULIDO DE CORONADE MURO e=5cm MEZCLA 1:3					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000		Costo unitario directo por : m2		18.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	17.52	7.79	
0101010005	PEON	hh	0.7500	0.3333	15.79	5.26	
						13.05	
	Materiales						
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg		0.0220	3.30	0.07	
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0180	39.00	0.70	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0050	13.05	0.07	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1190	16.86	2.01	
0231110001	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.4800	4.00	1.92	
0231190001	MADERA PINO	p2		0.0250	4.00	0.10	
						4.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.05	0.39	
						0.39	

Fecha : 03/11/2019 10:29:36p.m.

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto 0203003 MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 4
Subpresupuesto 001 MURO DE CONTENCIÓN
Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CERRO COLORADO Costo al 25/06/2019
Lugar AREQUIPA - AREQUIPA - CERRO COLORADO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				5,128.00
01.01	MOVILIZACIÓN Y DEMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	133.00	0.94	125.02
01.03	CERCO DE OBRA CON POSTES DE MADERA Y TRIPLAY	m	71.00	21.38	1,517.98
01.04	OFICINA, CASETA DE GUARDIANA Y ALMACÉN DE OBRA	glb	1.00	1,235.00	1,235.00
01.05	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN	und	1.00	750.00	750.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				13,356.79
02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO	m3	346.50	6.88	2,383.92
02.02	EXCAVACIÓN DE ZANJAS CON EQUIPO	m3	159.60	6.25	997.50
02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	267.75	27.59	7,387.22
02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km	m3	164.85	15.70	2,588.15
03	CONCRETO SIMPLE				3,741.29
03.01	CONCRETO SOLADO e= 2" f'c=100 kg/cm2	m2	133.00	28.13	3,741.29
04	CONCRETO ARMADO				193,256.61
04.01	ZAPATAS				36,351.99
04.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2	m3	59.85	287.27	17,193.11
04.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	3,816.51	5.02	19,158.88
04.02	PANTALLA				156,904.62
04.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA MURO CONTENCIÓN f'c=210 kg/cm2	m3	91.88	346.46	31,832.74
04.02.02	ENCOFRADO METÁLICO MUROS DOS CARAS PERSONALIZADO	m2	530.25	164.22	87,077.66
04.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	7,568.57	5.02	37,994.22
05	DETALLE DE MURO DE CONTENCIÓN				3,986.38
05.01	GEOTEXTIL NO TEJIDO EN MUROS DE CONTENCIÓN	m2	126.00	9.18	1,156.68
05.02	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"	m2	14.13	12.02	169.84
05.03	DRENAJE CON GRAVA 1/2"3/4" + TUB. PVC Ø=2" PARA MUROS	mll	77.00	29.55	2,275.35
05.04	ACABADO PULIDO DE CORONADO MURO e=5cm MEZCLA 1:3	m2	21.00	18.31	384.51
	COSTO DIRECTO				219,469.07
	GASTOS GENERALES (15%)				32,920.36
	UTILIDAD (10%)				21,946.91
	SUBTOTAL				274,336.34
	IGV (18%)				49,380.54
	TOTAL DE PRESUPUESTO				274,336.34
	SON : DOSCIENTOS SETENTICUATRO MIL TRESCIENTOS TRENTISEIS Y 34/100 NUEVOS SOLES				

Fecha : 04/11/2019 00:23:50

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 4						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN						
						Fecha presupuesto	25/06/2019	
Partida	01.01	MOVILIZACIÓN Y DEMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb		1,500.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales							
0244010002	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE QUIPOS		glb		1.0000	1,500.00	1,500.00	1,500.00
Partida	01.02	TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000			Costo unitario directo por : m2		0.94
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0160	15.79	0.25	
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0080	21.88	0.18	
0102010001	NIVELADOR		hh	1.0000	0.0080	17.52	0.14	
							0.57	
	Materiales							
02130200020005	CAL DE OBRA X 20KG MARTELL		bol		0.0100	12.63	0.13	
0231040001	CAL DE OBRA X 20KG MARTELL							
0231040001	ESTACAS DE MADERA		und		0.0030	4.56	0.01	
							0.14	
	Equipos							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO		día	1.0000	0.0010	12.00	0.01	
0301000020	ESTACION TOTAL		hm	1.0000	0.0080	25.00	0.20	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.57	0.02	
							0.23	
Partida	01.03	CERCO DE OBRA CON POSTES DE MADERA Y TRIPLAY						
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000			Costo unitario directo por : m		21.38
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1600	21.88	3.50	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1600	17.52	2.80	
							6.30	
	Materiales							
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA		kg		0.1500	3.30	0.50	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.3477	5.80	2.02	
02310500010007	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 6 mm		pza		0.3477	35.20	12.24	
							14.76	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	6.30	0.32	
							0.32	
Partida	01.04	OFICINA, CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACEN DE OBRA						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb		1,235.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales							
0279020001	OFICINA, CASE DE GUARDIANIA Y ALMACEN DE OBRA		glb		1.0000	1,235.00	1,235.00	1,235.00

Fecha : 03/11/2019 10:43:54p.m.

S10

Página : 2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003	MURO DE CONTENCION DISEÑO 4						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCION						
Fecha presupuesto								25/06/2019
Partida	01.05	CARTEL DE IDENTIFICACION						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por :	und	750.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
0292020002	CARTEL DE OBRA	und		1.0000	750.00	750.00		750.00
Partida	02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000			Costo unitario directo por :	m3	6.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0020	21.88	0.04		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	21.88	0.44		
	Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.1000	12.00	1.20		1.20
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.0000	0.48			
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	2.0000	0.0400	130.00	5.20		5.20
Partida	02.02	EXCAVACION DE ZANJAS CON EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000			Costo unitario directo por :	m3	6.25
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	15.79	0.51		0.51
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.51	0.02		
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0160	357.19	5.72		5.74
Partida	02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000			Costo unitario directo por :	m3	27.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.6667	15.79	10.53		10.53
	Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2000	13.05	2.61		2.61
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.53	0.32		
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.2667	33.75	9.00		
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8 HP 0.8-1.1 TON	hm	1.0000	0.1333	38.47	5.13		14.45

Fecha : 03/11/2019 10:43:54p.m.

S10

Página :

3

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003		MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 4				
Subpresupuesto	001		MURO DE CONTENCIÓN				Fecha presupuesto 25/06/2019
Partida	02.04		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m3			15.70
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0100	17.52	0.18
							0.18
	Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2		gal		1.0000	12.00	12.00
							12.00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.18	0.01
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125 HP 2.5 yd3		hm	0.3000	0.0030	171.12	0.51
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.0100	299.66	3.00
							3.52
Partida	03.01		CONCRETO SOLADO e= 2" f'c=100 kg/cm2				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2			28.13
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1000	21.88	2.19
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1000	17.52	1.75
0101010005	PEON		hh	7.0000	0.7000	15.79	11.05
							14.99
	Materiales						
0201030001	GASOLINA		gal		0.4000	9.69	3.88
0207030001	HORMIGON		m3		0.1900	26.12	4.96
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.1400	13.05	1.83
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.0400	16.86	0.67
							11.34
	Equipos						
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm	1.0000	0.1000	18.03	1.80
							1.80
Partida	04.01.01		CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 70.0000	EQ. 70.0000	Costo unitario directo por : m3			287.27
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1143	21.88	2.50
0101010004	OFICIAL		hh	1.5000	0.1714	17.52	3.00
0101010005	PEON		hh	5.0000	0.5714	15.79	9.02
							14.52
	Materiales						
0201030001	GASOLINA		gal		0.0857	9.69	0.83
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I		m3		1.0200	233.50	238.17
02190500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO		m3		1.0200	33.00	33.66
							272.66
	Equipos						
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA		día	1.0000	0.0143	6.08	0.09
							0.09

Fecha : 03/11/2019 10:43:54p.m.

S10

Página : 4

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 4					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN				Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	04.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000		Costo unitario directo por :	kg	5.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	21.88	0.73	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0667	17.52	1.17	
						1.90	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	2.97	0.09	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0300	2.84	2.93	
						3.02	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.90	0.10	
						0.10	
Partida	04.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA MURO CONTENCIÓN f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 21.0000	EQ. 21.0000		Costo unitario directo por :	m3	346.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.7619	21.88	16.67	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.7619	17.52	13.35	
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.2857	15.79	36.09	
						66.11	
	Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I	m3		1.0200	233.50	238.17	
02221800010015	CURADOR DE CONCRETO	gal		0.2100	12.26	2.57	
						240.74	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	66.11	1.98	
03010400010003	BOMBA ESTACIONARIA DE CONCRETO m3	m3		1.0000	33.00	33.00	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.5"	hm	2.0000	0.7619	6.08	4.63	
						39.61	
Partida	04.02.02	ENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS PERSONALIZADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por :	m2	164.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	15.79	12.63	
						30.13	
	Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.0300	12.00	0.36	
0292030003	ESTRUCUTRA DE SOPORTE DE SISTEMA DE ENCOFRADO VERTICAL PARA MUROS DE DOS CARAS	und		0.0700	732.19	51.25	
0292030004	PANELES METALICOS PERSONALIZADOS ENTRE 3 Y 6 M DE ALTURA	m2		0.0700	1,165.40	81.58	
						133.19	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	30.13	0.90	
						0.90	

Fecha : 03/11/2019 10:43:54p.m.

S10

Página : 5

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 4						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	04.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo unitario directo por : kg				5.02
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0333	21.88	0.73
0101010004	OFICIAL			hh	2.0000	0.0667	17.52	1.17
								1.90
	Materiales							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16			kg		0.0300	2.97	0.09
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg		1.0300	2.84	2.93
								3.02
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	1.90	0.10
								0.10
Partida	05.01	GEOTEXTIL NO TEJIDO EN MUROS DE CONTENCIÓN						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2				9.18
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	2.0000	0.0800	21.88	1.75
0101010005	PEON			hh	6.0000	0.2400	15.79	3.79
								5.54
	Materiales							
0210020001	GEOTEXTIL PARA SUB DRENAJE			m2		1.1000	3.05	3.36
								3.36
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	5.54	0.28
								0.28
Partida	05.02	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2				12.02
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL			hh	0.1000	0.0200	17.52	0.35
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.2000	15.79	3.16
								3.51
	Materiales							
02100400010007	TECNOPOR DE e = 3/4" 0.60 X 1.20 m			pln		1.0500	8.00	8.40
								8.40
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	3.51	0.11
								0.11

Fecha : 03/11/2019 10:43:54p.m.

S10

Página : 6

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 4					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN				Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	05.03	DRENAJE CON GRAVA 1/2"3/4"+TUB. PVC Ø=2" PARA MUROS					
Rendimiento	mll/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000		Costo unitario directo por :	mll	29.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	21.88	0.88	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	17.52	7.01	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	15.79	6.32	
						14.21	
	Materiales						
02052700010006	TUBERIA HDPE PERFORADO, D=4" EN MUROS DE CONTENCIÓN	m		1.0500	10.27	10.78	
0207010012	GRAVA PARA FOLTRO DE 3/4 - 1/2"	m3		0.1375	30.00	4.13	
						14.91	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.21	0.43	
						0.43	
Partida	05.04	ACABADO PULIDO DE CORONADE MURO e=5cm MEZCLA 1:3					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000		Costo unitario directo por :	m2	18.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	17.52	7.79	
0101010005	PEON	hh	0.7500	0.3333	15.79	5.26	
						13.05	
	Materiales						
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg		0.0220	3.30	0.07	
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0180	39.00	0.70	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0050	13.05	0.07	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1190	16.86	2.01	
0231110001	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.4800	4.00	1.92	
0231190001	MADERA PINO	p2		0.0250	4.00	0.10	
						4.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.05	0.39	
						0.39	

Fecha : 03/11/2019 10:43:54p.m.

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto **0203004 MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 5**
Subpresupuesto **001 MURO DE CONTENCIÓN**
Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CERRO COLORADO**
Lugar **AREQUIPA - AREQUIPA - CERRO COLORADO**

Costo al **25/06/2019**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				5,128.00
01.01	MOVILIZACIÓN Y DEMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	133.00	0.94	125.02
01.03	CERCO DE OBRA CON POSTES DE MADERA Y TRIPLAY	m	71.00	21.38	1,517.98
01.04	OFICINA, CASETA DE GUARDIANA Y ALMACEN DE OBRA	glb	1.00	1,235.00	1,235.00
01.05	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN	und	1.00	750.00	750.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				15,704.88
02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO	m3	336.50	6.88	2,315.12
02.02	EXCAVACIÓN DE ZANJAS CON EQUIPO	m3	453.60	6.25	2,835.00
02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	288.75	27.59	7,966.61
02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km	m3	164.85	15.70	2,588.15
03	CONCRETO SIMPLE				3,741.29
03.01	CONCRETO SOLADO e= 2" f'c=100 kg/cm2	m2	133.00	28.13	3,741.29
04	CONCRETO ARMADO				193,256.61
04.01	ZAPATAS				36,351.99
04.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2	m3	59.85	287.27	17,193.11
04.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	3,816.51	5.02	19,158.88
04.02	PANTALLA				156,904.62
04.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA MURO CONTENCIÓN f'c=210 kg/cm2	m3	91.88	346.46	31,832.74
04.02.02	ENCOFRADO METÁLICO MUROS DOS CARAS PERSONALIZADO	m2	530.25	164.22	87,077.66
04.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	7,568.57	5.02	37,994.22
05	DETALLE DE MURO DE CONTENCIÓN				3,986.38
05.01	GEOTEXTIL NO TEJIDO EN MUROS DE CONTENCIÓN	m2	126.00	9.18	1,156.68
05.02	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"	m2	14.13	12.02	169.84
05.03	DRENAJE CON GRAVA 1/2"3/4"+TUB. PVC Ø=2" PARA MUROS	mll	77.00	29.55	2,275.35
05.04	ACABADO PULIDO DE CORONADO MURO e=5cm MEZCLA 1:3	m2	21.00	18.31	384.51
	COSTO DIRECTO				221,817.16
	GASTOS GENERALES (15%)				33,272.57
	UTILIDAD (10%)				22,181.72
	SUBTOTAL				277,271.45
	IGV (18%)				49,908.86
	TOTAL DE PRESUPUESTO				277,271.45
	SON : DOSCIENTOS SETENTISIETE MIL DOSCIENTOS SETENTUONO Y 45/100 NUEVOS SOLES				

Fecha :

04/11/2019 00:24:24

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 5						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	01.01	MOVILIZACIÓN Y DEMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb				1,500.00
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales							
0244010002	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE QUIPOS			glb		1.0000	1,500.00	1,500.00
								1,500.00
Partida	01.02	TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2				0.94
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.0160	15.79	0.25
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO			hh	1.0000	0.0080	21.88	0.18
0102010001	NIVELADOR			hh	1.0000	0.0080	17.52	0.14
								0.57
	Materiales							
02130200020005	CAL DE OBRA X 20KG MARTELL			bol		0.0100	12.63	0.13
0231040001	CAL DE OBRA X 20KG MARTELL							
	ESTACAS DE MADERA			und		0.0030	4.56	0.01
								0.14
	Equipos							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO			día	1.0000	0.0010	12.00	0.01
0301000020	ESTACION TOTAL			hm	1.0000	0.0080	25.00	0.20
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.57	0.02
								0.23
Partida	01.03	CERCO DE OBRA CON POSTES DE MADERA Y TRIPLAY						
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m				21.38
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.1600	21.88	3.50
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.1600	17.52	2.80
								6.30
	Materiales							
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA			kg		0.1500	3.30	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO			p2		0.3477	5.80	2.02
02310500010007	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 6 mm			pza		0.3477	35.20	12.24
								14.76
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	6.30	0.32
								0.32
Partida	01.04	OFICINA, CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACEN DE OBRA						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb				1,235.00
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales							
0279020001	OFICINA, CASE DE GUARDIANIA Y ALMACEN DE OBRA			glb		1.0000	1,235.00	1,235.00
								1,235.00

Fecha : 05/11/2019 01:02:51a.m.

S10

Página : 2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 5						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN					Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	01.05	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : und		750.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
0292020002	CARTEL DE OBRA	und		1.0000	750.00	750.00		750.00
								750.00
Partida	02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000			Costo unitario directo por : m3		6.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0020	21.88	0.04		0.04
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	21.88	0.44		0.44
						0.48		0.48
	Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.1000	12.00	1.20		1.20
						1.20		1.20
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.0000	0.48			
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	2.0000	0.0400	130.00	5.20		5.20
						5.20		5.20
Partida	02.02	EXCAVACIÓN DE ZANJAS CON EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000			Costo unitario directo por : m3		6.25
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	15.79	0.51		0.51
						0.51		0.51
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.51	0.02		0.02
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0160	357.19	5.72		5.72
						5.74		5.74
Partida	02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000			Costo unitario directo por : m3		27.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.6667	15.79	10.53		10.53
						10.53		10.53
	Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2000	13.05	2.61		2.61
						2.61		2.61
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.53	0.32		0.32
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.2667	33.75	9.00		9.00
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8 HP 0.8-1.1 TON	hm	1.0000	0.1333	38.47	5.13		5.13
						14.45		14.45

Fecha : 05/11/2019 01:02:51a.m.

S10

Página : 3

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 5						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN						
Partida	02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km						Fecha presupuesto 25/06/2019
Rendimiento	m3/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000			Costo unitario directo por : m3		15.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	17.52	0.18		0.18
	Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2	gal		1.0000	12.00	12.00		12.00
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.18	0.01		0.01
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125 HP 2.5 yd3	hm	0.3000	0.0030	171.12	0.51		0.51
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0100	299.66	3.00		3.00
						3.52		3.52
Partida	03.01	CONCRETO SOLADO $\epsilon=2"$ $f'c=100$ kg/cm2						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000			Costo unitario directo por : m2		28.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	21.88	2.19		2.19
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	17.52	1.75		1.75
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.7000	15.79	11.05		11.05
						14.99		14.99
	Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.4000	9.69	3.88		3.88
0207030001	HORMIGON	m3		0.1900	26.12	4.96		4.96
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1400	13.05	1.83		1.83
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0400	16.86	0.67		0.67
						11.34		11.34
	Equipos							
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1000	18.03	1.80		1.80
						1.80		1.80
Partida	04.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS $f'c=210$ kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 70.0000	EQ. 70.0000			Costo unitario directo por : m3		287.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1143	21.88	2.50		2.50
0101010004	OFICIAL	hh	1.5000	0.1714	17.52	3.00		3.00
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.5714	15.79	9.02		9.02
						14.52		14.52
	Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.0857	9.69	0.83		0.83
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO $F'c=210$ kg/cm2 CON CEMENTO T-I	m3		1.0200	233.50	238.17		238.17
02190500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	33.00	33.66		33.66
						272.66		272.66
	Equipos							
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	dia	1.0000	0.0143	6.08	0.09		0.09
						0.09		0.09

Fecha : 05/11/2019 01:02:51a.m.

S10

Página : 4

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 5					Fecha presupuesto	25/06/2019
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN						
Partida	04.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo unitario directo por : kg				5.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	21.88	0.73		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0667	17.52	1.17		
						1.90		
	Materiales							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	2.97	0.09		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0300	2.84	2.93		
						3.02		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.90	0.10		
						0.10		
Partida	04.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA MURO CONTENCIÓN f'c=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 21.0000	EQ. 21.0000	Costo unitario directo por : m3				346.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.7619	21.88	16.67		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.7619	17.52	13.35		
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.2857	15.79	36.09		
						66.11		
	Materiales							
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I	m3		1.0200	233.50	238.17		
02221800010015	CURADOR DE CONCRETO	gal		0.2100	12.26	2.57		
						240.74		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	66.11	1.98		
03010400010003	BOMBA ESTACIONARIA DE CONCRETO m3	m3		1.0000	33.00	33.00		
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.5"	hm	2.0000	0.7619	6.08	4.63		
						39.61		
Partida	04.02.02	ENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS PERSONALIZADO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2				164.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	15.79	12.63		
						30.13		
	Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.0300	12.00	0.36		
0292030003	ESTRUCUTRA DE SOPORTE DE SISTEMA DE ENCOFRADO VERTICAL PARA MUROS DE DOS CARAS	und		0.0700	732.19	51.25		
0292030004	PANELES METALICOS PERSONALIZADOS ENTRE 3 Y 6 M DE ALTURA	m2		0.0700	1,165.40	81.58		
						133.19		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	30.13	0.90		
						0.90		

Fecha : 05/11/2019 01:02:51a.m.

S10

Página : 5

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 5						
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN						
						Fecha presupuesto	25/06/2019	
Partida	04.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000			Costo unitario directo por : kg		5.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	21.88	0.73		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0667	17.52	1.17		
						1.90		
	Materiales							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	2.97	0.09		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0300	2.84	2.93		
						3.02		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.90	0.10		
						0.10		
Partida	05.01	GEOTEXTIL NO TEJIDO EN MUROS DE CONTENCIÓN						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000			Costo unitario directo por : m2		9.18
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	21.88	1.75		
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.2400	15.79	3.79		
						5.54		
	Materiales							
0210020001	GEOTEXTIL PARA SUB DRENAJE	m2		1.1000	3.05	3.36		
						3.36		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	5.54	0.28		
						0.28		
Partida	05.02	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000			Costo unitario directo por : m2		12.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0200	17.52	0.35		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	15.79	3.16		
						3.51		
	Materiales							
02100400010007	TECKNOPOR DE e = 3/4" 0.60 X 1.20 m	pln		1.0500	8.00	8.40		
						8.40		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.51	0.11		
						0.11		

Fecha : 05/11/2019 01:02:51a.m.

S10

Página : 6

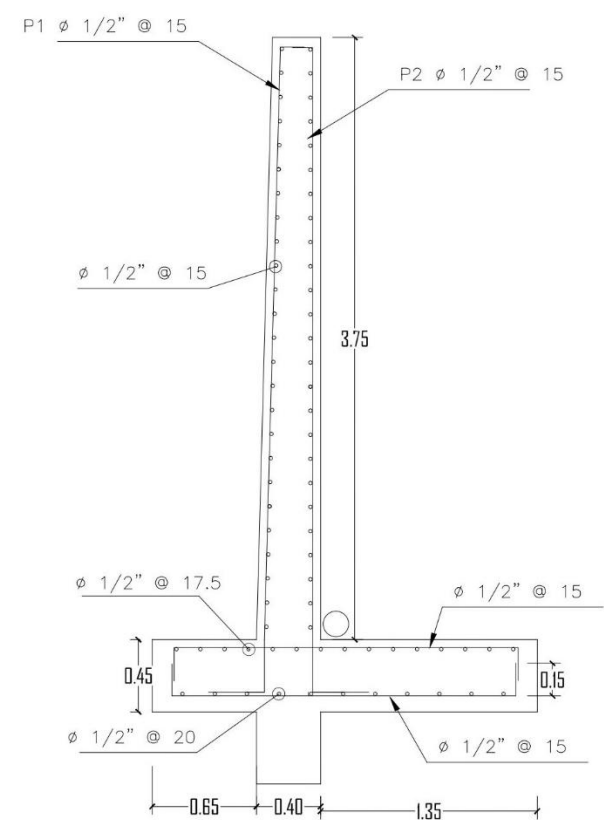
Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004	MURO DE CONTENCIÓN DISEÑO 5					
Subpresupuesto	001	MURO DE CONTENCIÓN				Fecha presupuesto	25/06/2019
Partida	05.03	DRENAJE CON GRAVA 1/2"3/4"+TUB. PVC Ø=2" PARA MUROS					
Rendimiento	mli/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000		Costo unitario directo por : mli		29.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	21.88	0.88	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	17.52	7.01	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	15.79	6.32	
						14.21	
	Materiales						
02052700010006	TUBERIA HDPE PERFORADO, D=4" EN MUROS DE CONTENCIÓN	m		1.0500	10.27	10.78	
0207010012	GRAVA PARA FOLTRO DE 3/4 -1/2"	m3		0.1375	30.00	4.13	
						14.91	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.21	0.43	
						0.43	
Partida	05.04	ACABADO PULIDO DE CORONADE MURO e=5cm MEZCLA 1:3					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000		Costo unitario directo por : m2		18.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	17.52	7.79	
0101010005	PEON	hh	0.7500	0.3333	15.79	5.26	
						13.05	
	Materiales						
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg		0.0220	3.30	0.07	
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0180	39.00	0.70	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0050	13.05	0.07	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1190	16.86	2.01	
0231110001	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.4800	4.00	1.92	
0231190001	MADERA PINO	p2		0.0250	4.00	0.10	
						4.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.05	0.39	
						0.39	

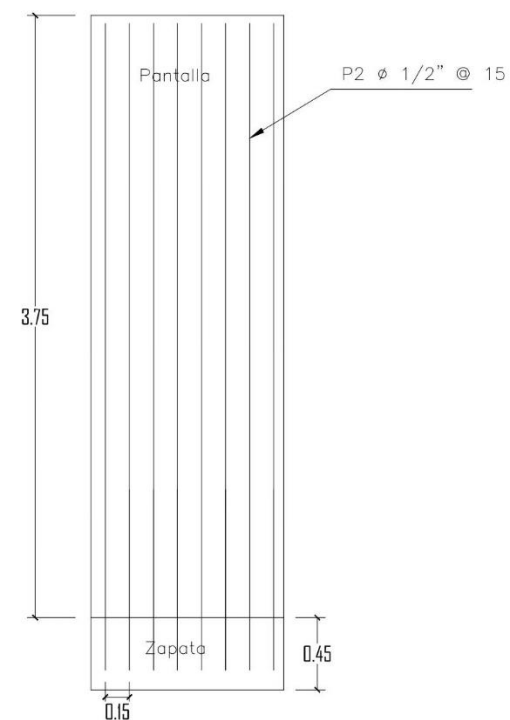
Fecha : 05/11/2019 01:02:51a.m.

ANEXO H: PLANOS

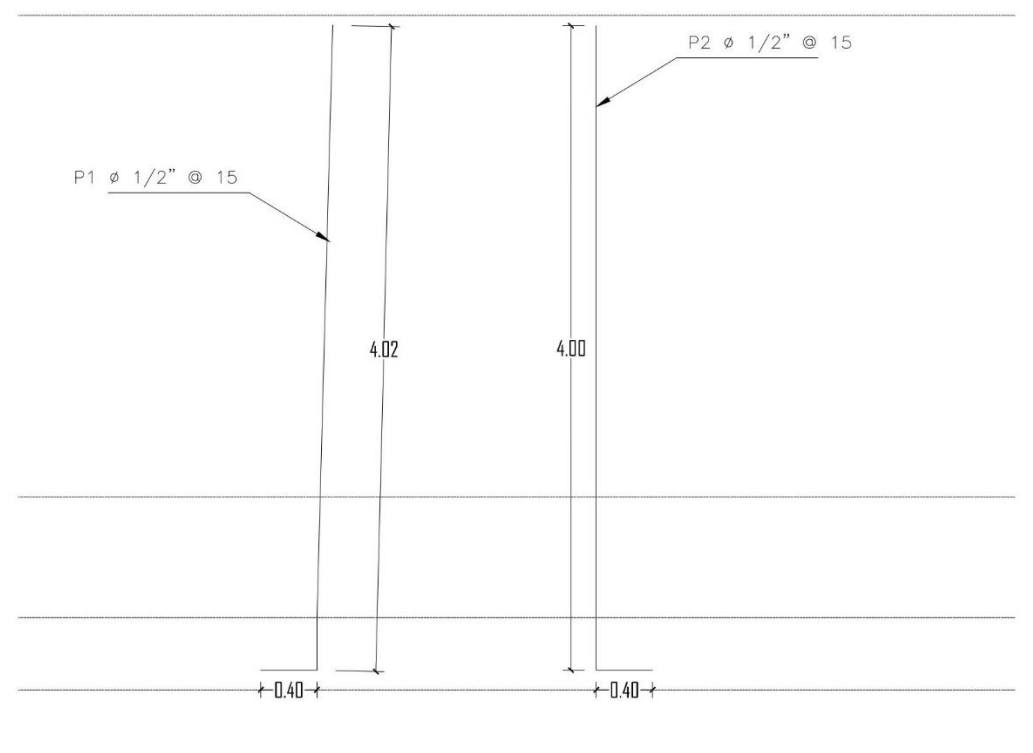




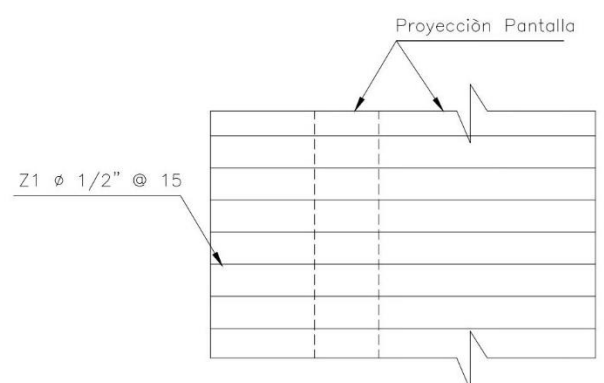
MURO CºAº TIPO A
ESC. 1/25



Elevacion cara
interior

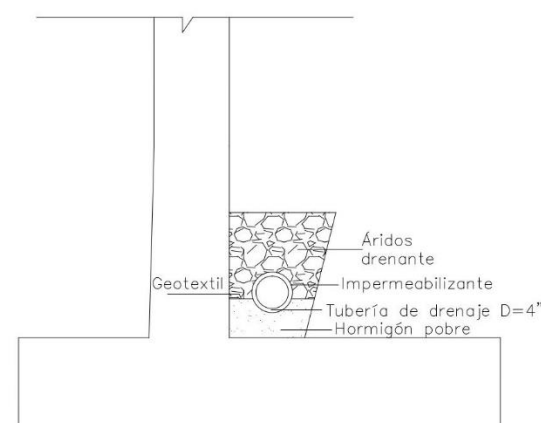


DETALLE 01 MURO TIPO A
Acero de refuerzo



CARA SUPERIOR DE ZAPATA

DETALLE DRENAJE DE
MURO



LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y SOLAPE,
SALVO INDICACIONES ESPECIFICAS EN LOS
PLANOS.

Ø PULG.	ANCLAJE (cm)	TRASLAPE (cm)	GANCHOS (cm)
3/8"	40.0	40.0	15.0
1/2"	40.0	40.0	15.0
5/8"	50.0	50.0	20.0
3/4"	65.0	65.0	30.0
1"	115.0	115.0	35.0
1 3/8"	180.0	180.0	40.0

ESPECIFICACIONES TECNICAS

NORMATIVIDAD AASHTO LFRD

CONCRETO DE NIVELACION (Solado) $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
CONCRETO EN ZAPATAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
CONCRETO EN MUROS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTO

MURO 5.0 cm
ZAPATA 10.0 cm

PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

Presión admisible: σ_{adm} (Z. Continua) = 1.68 kg/cm^2
Profundidad de cimentación: $D_f \text{ min}$ (Zapatas) = -1.20 m
Tipo de cimentación: Zapatas Continuas
Estrato de apoyo: Arena limosa (SM), no presenta arcillas ni nivel freatico.
Factor de Seguridad por Corte:
- Estático: 1.5
- Dinámico: 1.25
Zona Sísmica: 3

PROYECTO:

DISEÑO 1
8/8 = 1/2

PLANO:

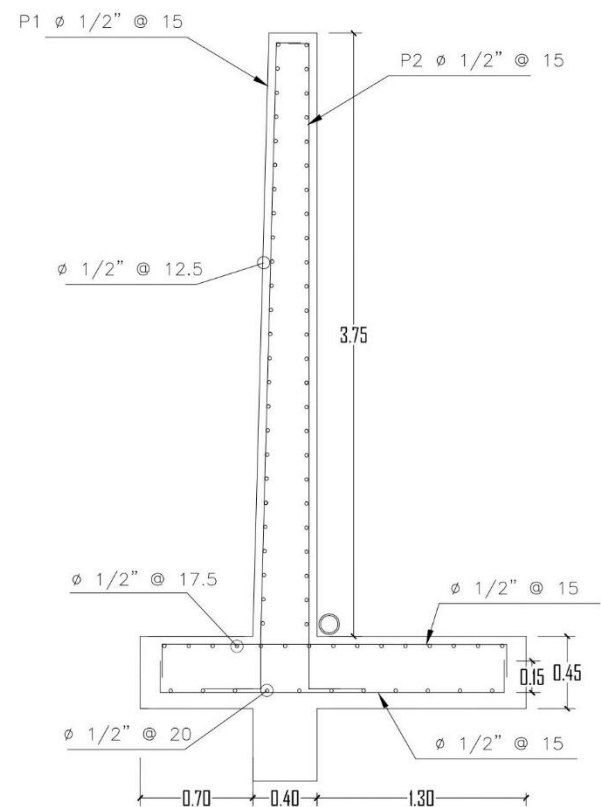
MURO DE CONTENCIÓN
DETALLES

ESCALA: INDICADA

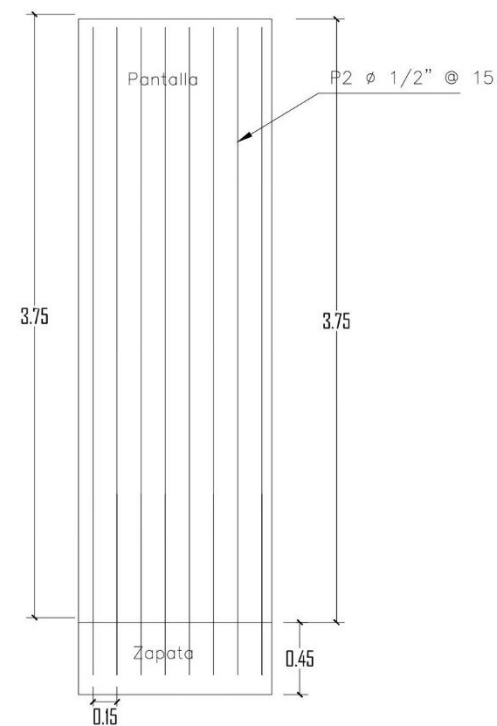
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Nº LAMINA:

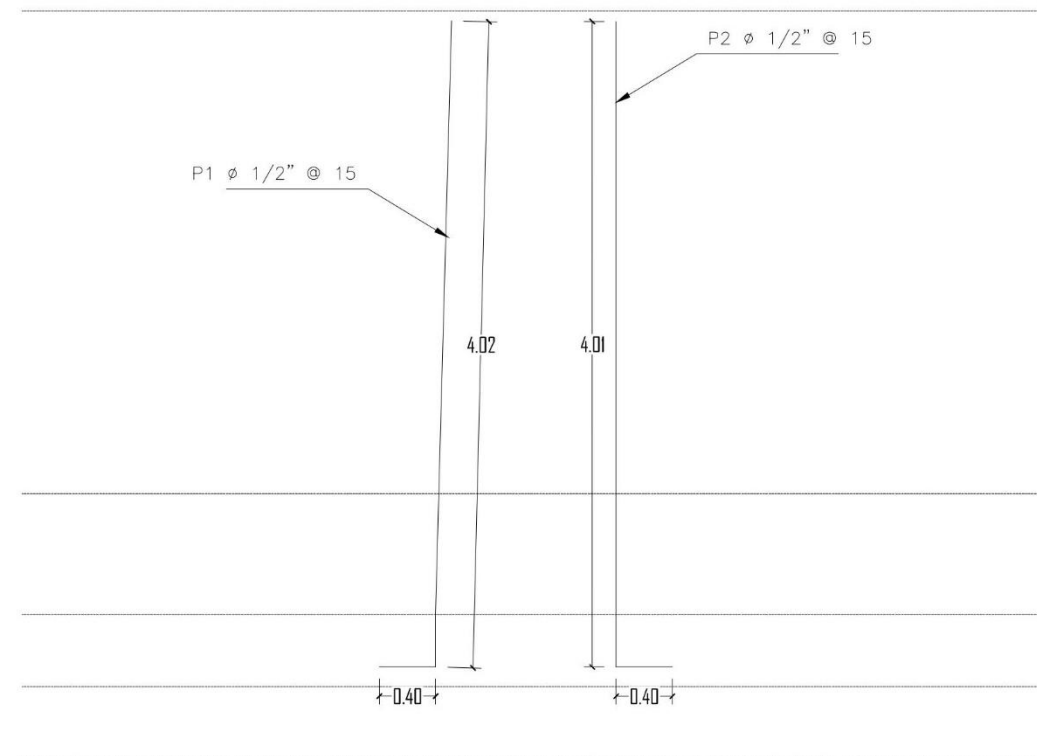
E-01



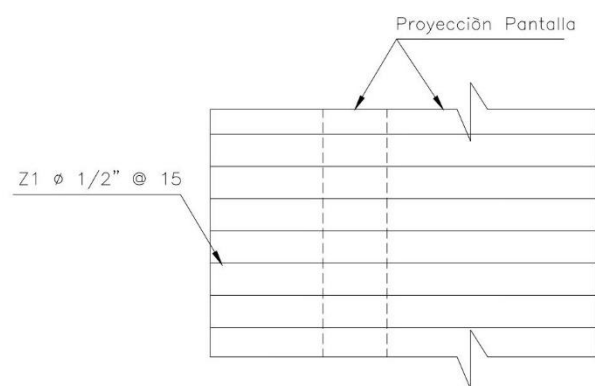
MURO CºAº TIPO A
ESC. 1/25



Elevacion cara
interior

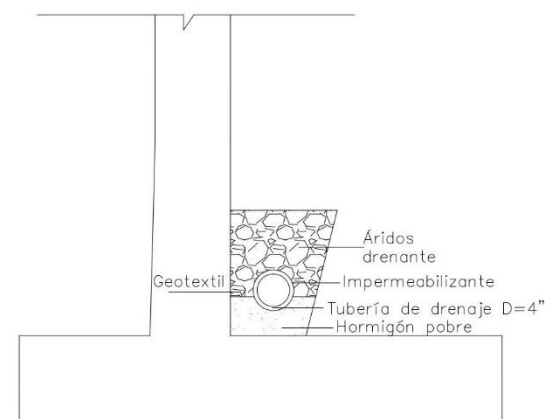


DETALLE 01 MURO TIPO A
Acero de refuerzo



CARA SUPERIOR DE ZAPATA

DETALLE DRENAJE DE
MURO



**LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y SOLAPE,
SALVO INDICACIONES ESPECIFICAS EN LOS
PLANOS.**

Ø PULG.	ANCLAJE (cm)	TRASLAPE (cm)	GANCHOS (cm)
3/8"	40.0	40.0	15.0
1/2"	40.0	40.0	15.0
5/8"	50.0	50.0	20.0
3/4"	65.0	65.0	30.0
1"	115.0	115.0	35.0
1 3/8"	180.0	180.0	40.0

ESPECIFICACIONES TECNICAS

NORMATIVIDAD AASHTO LFRD

CONCRETO DE NIVELACION (Solado) $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
 CONCRETO EN ZAPATAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 CONCRETO EN MUROS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTO

MURO 5.0 cm
 ZAPATA 10.0 cm

PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

Presión admisible: σ_{adm} (Z. Continua) = 1.68 kg/cm^2
 Profundidad de cimentación: $D_f \text{ min}$ (Zapatas) = -1.20 m
 Tipo de cimentación: Zapatas Continuas
 Estrato de apoyo: Arena limosa (SM), no presenta arcillas ni nivel freático.
 Factor de Seguridad por Corte:
 - Estático: 1.5
 - Dinámico: 1.25
 Zona Sísmica: 3

PROYECTO:

DISEÑO 2
8/8 = 2/3

PLANO:

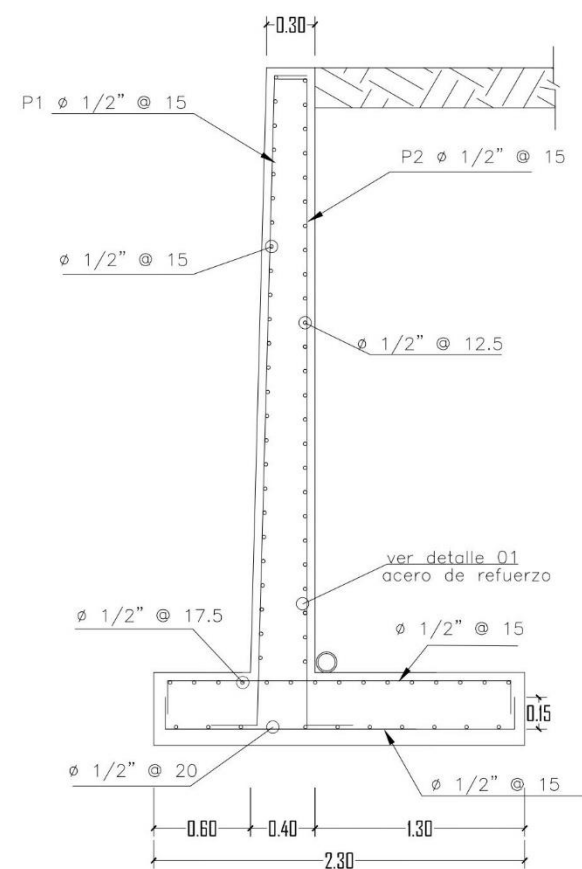
MURO DE CONTENCIÓN
DETALLES

ESCALA: INDICADA

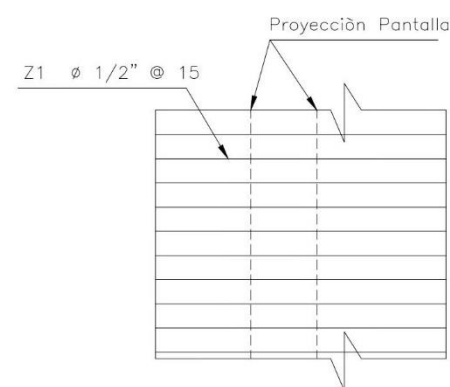
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Nº LAMINA:

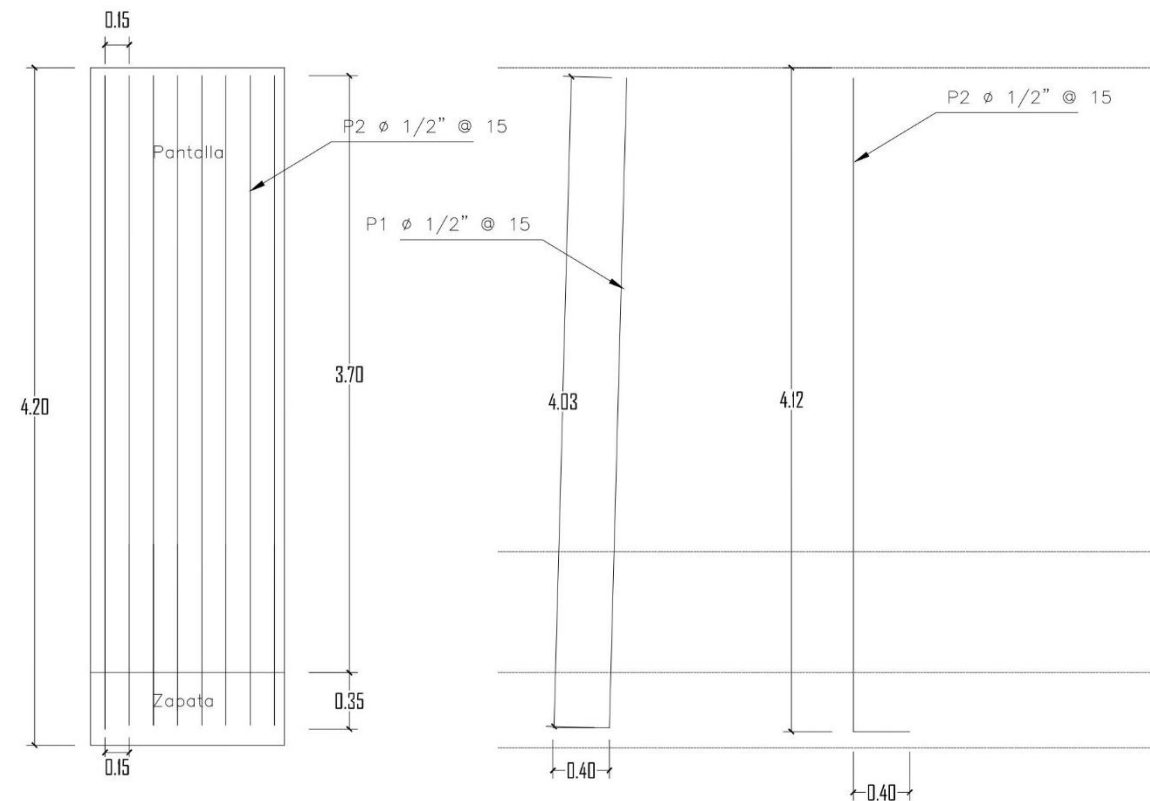
E-02



MURO CºAº TIPO A
ESC. 1/25



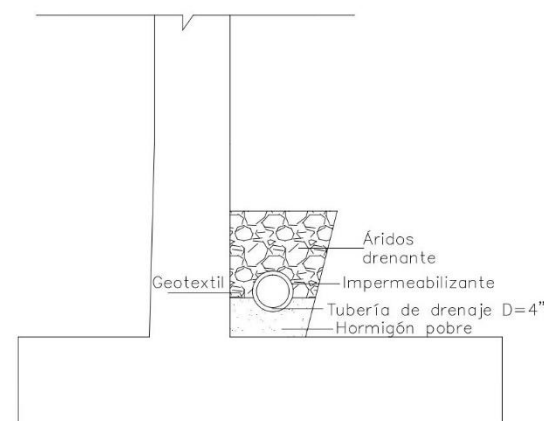
CARA SUPERIOR DE ZAPATA



Elevacion cara
interior

DETALLE 01 MURO TIPO A
Acero de refuerzo

DETALLE DRENAJE DE MURO



LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y SOLAPE, SALVO INDICACIONES ESPECIFICAS EN LOS PLANOS.

Ø PULG.	ANCLAJE (cm)	TRASLAPE (cm)	GANCHOS (cm)
3/8"	40.0	40.0	15.0
1/2"	40.0	40.0	15.0
5/8"	50.0	50.0	20.0
3/4"	65.0	65.0	30.0
1"	115.0	115.0	35.0
1 3/8"	180.0	180.0	40.0

ESPECIFICACIONES TECNICAS

NORMATIVIDAD AASHTO LRFD

CONCRETO DE NIVELACION (Solado) $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
CONCRETO EN ZAPATAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
CONCRETO EN MUROS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTO

MURO 5.0 cm
ZAPATA 10.0 cm

PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

Presión admisible: $\sigma_{adm} \text{ (Z. Continua)} = 1.68 \text{ kg/cm}^2$
Profundidad de cimentación: $D_f \text{ min (Zapatas)} = -1.20 \text{ m}$
Tipo de cimentación: Zapatas Continuas
Estrato de apoyo: Arena limosa (SM), no presenta arcillas ni nivel freático.
Factor de Seguridad por Corte:
- Estático: 1.5
- Dinámico: 1.25
Zona Sísmica: 3

PROYECTO:

DISEÑO 3
 $\delta/\phi = 0.58$

PLANO:

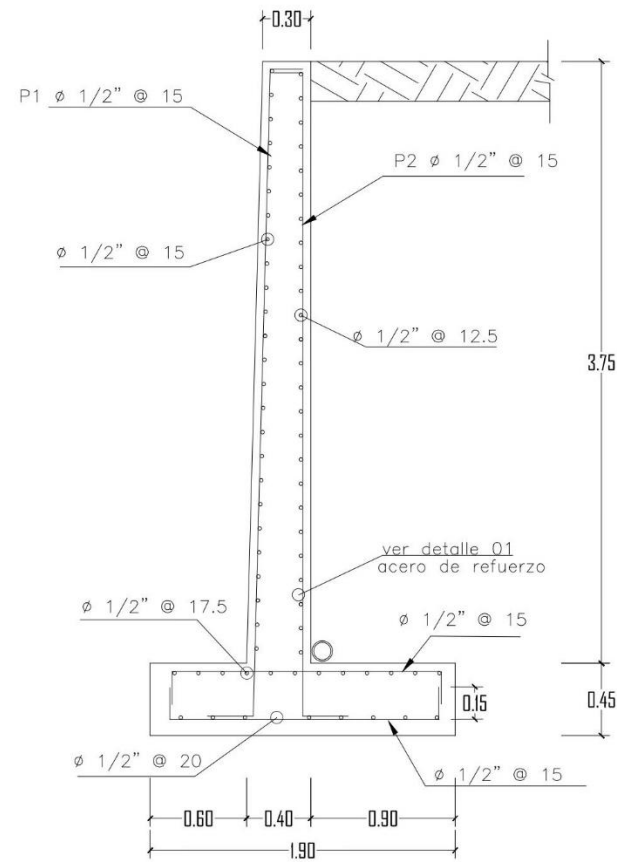
MURO DE CONTENCIÓN
DETALLES

ESCALA: INDICADA

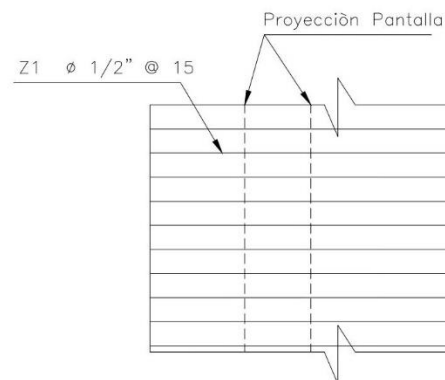
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Nº LAMINA:

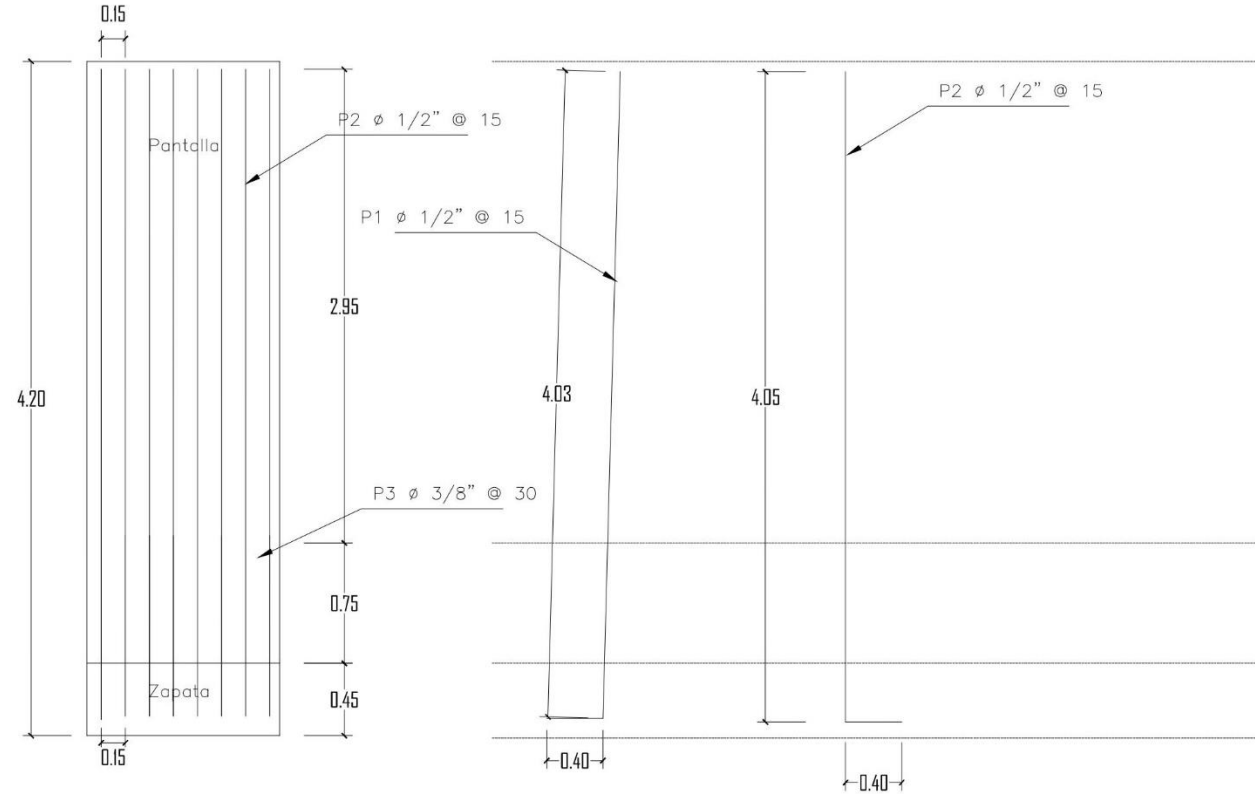
E-03



MURO CºAº TIPO A
ESC. 1/25



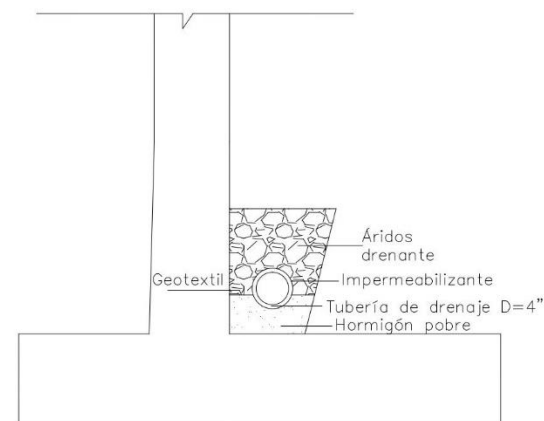
CARA SUPERIOR DE ZAPATA



Elevacion cara
interior

DETALLE 01 MURO TIPO A
Acero de refuerzo

DETALLE DRENAJE DE
MURO



LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y SOLAPE,
SALVO INDICACIONES ESPECIFICAS EN LOS
PLANOS.

Ø PULG.	ANCLAJE (cm)	TRASLAPE (cm)	GANCHOS (cm)
3/8"	40.0	40.0	15.0
1/2"	40.0	40.0	15.0
5/8"	50.0	50.0	20.0
3/4"	65.0	65.0	30.0
1"	115.0	115.0	35.0
1 3/8"	180.0	180.0	40.0

ESPECIFICACIONES TECNICAS

NORMATIVIDAD AASHTO LFRD

CONCRETO DE NIVELACION (Solado) $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
CONCRETO EN ZAPATAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
CONCRETO EN MUROS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTO

MURO 5.0 cm
ZAPATA 10.0 cm

PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

Presión admisible: $\sigma_{adm} \text{ (Z. Continua)} = 1.68 \text{ kg/cm}^2$
Profundidad de cimentación: $D_f \text{ min (Zapatas)} = -1.20 \text{ m}$
Tipo de cimentación: Zapatas Continuas
Estrato de apoyo: Arena limosa (SM), no presenta arcillas ni nivel freático.
Factor de Seguridad por Corte:
- Estático: 1.5
- Dinámico: 1.25
Zona Sísmica: 3

PROYECTO:

DISEÑO 4
5/Ø = 0.67

PLANO:

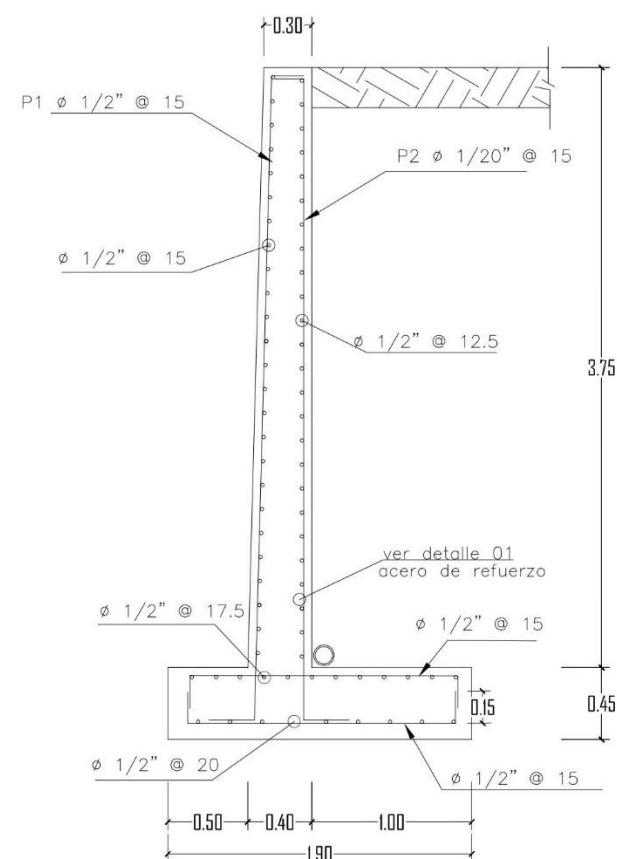
MURO DE CONTENCIÓN
DETALLES

ESCALA: INDICADA

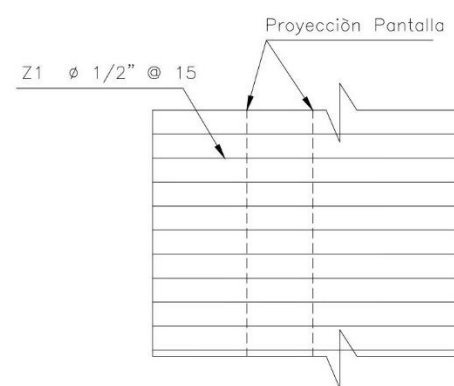
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Nº LAMINA:

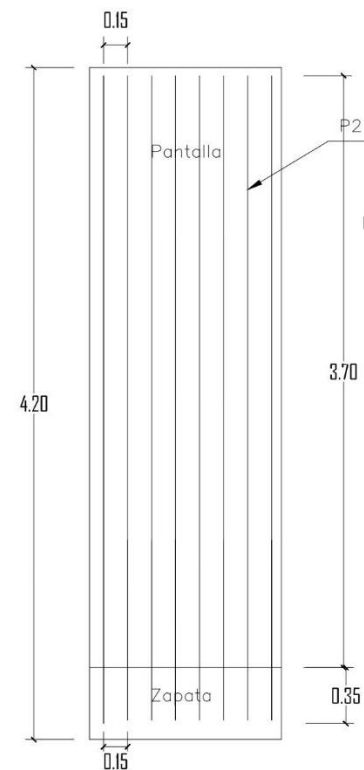
E-04



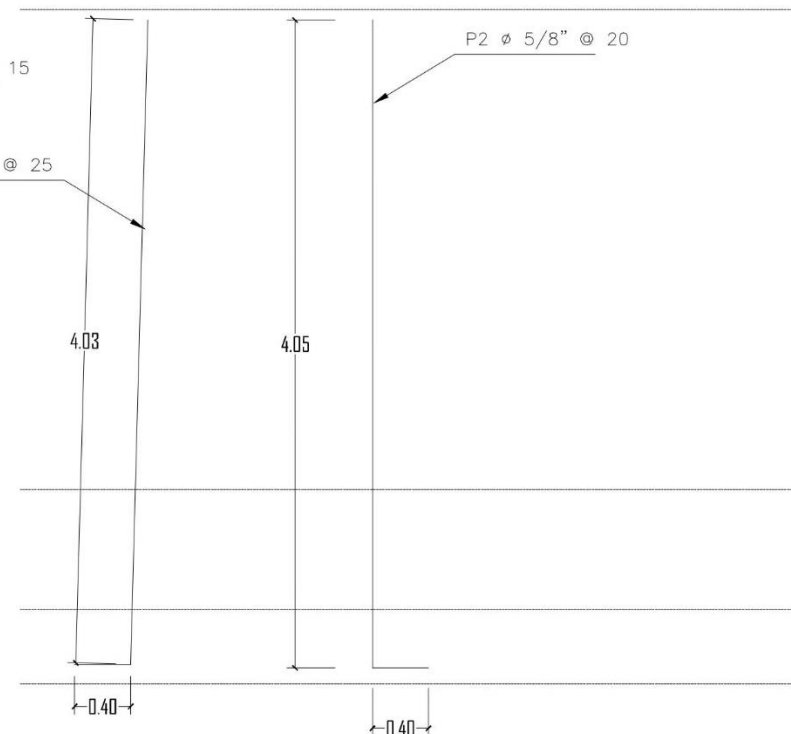
MURO CºAº TIPO A
ESC. 1/25



CARA SUPERIOR DE ZAPATA

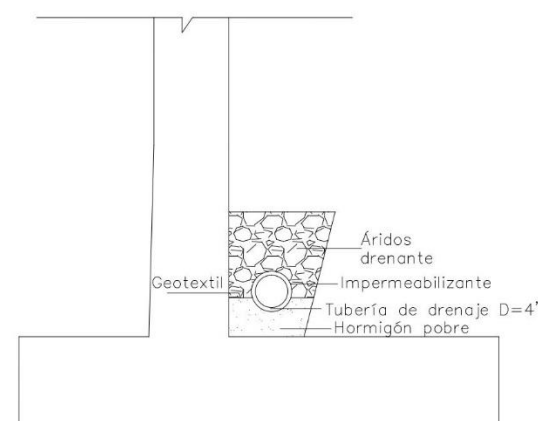


Elevación cara
interior



DETALLE 01 MURO TIPO A
Acero de refuerzo

DETALLE DRENAJE DE MURO



LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y SOLAPE, SALVO INDICACIONES ESPECIFICAS EN LOS PLANOS.

Ø PULG.	ANCLAJE (cm)	TRASLAPE (cm)	GANCHOS (cm)
3/8"	40.0	40.0	15.0
1/2"	40.0	40.0	15.0
5/8"	50.0	50.0	20.0
3/4"	65.0	65.0	30.0
1"	115.0	115.0	35.0
1 3/8"	180.0	180.0	40.0

ESPECIFICACIONES TECNICAS

NORMATIVIDAD AASHTO LFRD

CONCRETO DE NIVELACION (Solado) $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
 CONCRETO EN ZAPATAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 CONCRETO EN MUROS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTO

MURO 5.0 cm
 ZAPATA 10.0 cm

PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

Presión admisible: $\sigma_{adm} (Z. \text{ Continua}) = 1.68 \text{ kg/cm}^2$
 Profundidad de cimentación: $D_f \text{ min (Zapatas)} = -1.20 \text{ m}$
 Tipo de cimentación: Zapatas Continuas
 Estrato de apoyo: Arena limosa (SM), no presenta arcillas ni nivel freático.
 Factor de Seguridad por Corte:
 - Estático: 1.5
 - Dinámico: 1.25
 Zona Sísmica: 3

PROYECTO:

DISEÑO 5
 $\delta/\phi = 0.71$

PLANO:

MURO DE CONTENCIÓN
DETALLES

ESCALA: **INDICADA**

FECHA: **NOVIEMBRE 2019**

Nº LAMINA:

E-05