

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Análisis sísmico comparado entre dos tipos de muros de  
contención gaviones, carretera Pallasca Km 1+160**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autor**

Díaz Beteta, Brenda Isabel

**Asesor**

Castañeda Gamboa, Rogelio

Chimbote – Perú

2020

## **PALABRAS CLAVE**

|                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| <b>Tema</b>         | Análisis sísmico. |
| <b>Especialidad</b> | Estructuras.      |

## **KEYWORDS**

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| <b>Topic</b>          | Seismic analysis. |
| <b>Specialization</b> | Structures.       |

## **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

|                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| <b>Línea de investigación</b> | Estructuras.            |
| <b>Área</b>                   | Ingeniería, Tecnología. |
| <b>Subarea</b>                | Ingeniería Civil.       |
| <b>Disciplina</b>             | Ingeniería Civil.       |

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**

**Análisis sísmico comparado entre dos tipos de muros de  
contención gaviones, carretera Pallasca Km 1+160**

## RESUMEN

La presente investigación abordó el problema de estabilizar el talud en la carretera Pallasca km 1+160, para detener los continuos deslizamientos de material de derrubio, el cual genera retrasos en el tránsito vehicular. Por ello se plantió el diseño sísmico estructural de dos tipos de muros gaviones, para salvaguardar los taludes en las zonas críticas de la carretera, donde se comparó y demostró la estabilidad de estos muros, cuyo propósito fue determinar el análisis sísmico comparado entre dos tipos de muros de contención gaviones, dándose a conocer sus alturas, estabilidad, empuje de suelo y fuerza sísmica, a través del método de Mononobe Okabe. En base a una investigación descriptiva; siendo la población la carretera Pallasca km 1+160 y la muestra zona de deslizamiento de tierras, tomando muestras de suelo, piedras y mediciones topográficas. Los instrumentos fueron los estudios con fines de cimentación para muros de contención, consiguiendo la capacidad admisible del suelo. Recolectada la información se ordenó y proceso, para el análisis correspondiente. Finalmente se concluyó que entre los dos tipos de muros gaviones, el tipo 1 de 10.50 m de altura resulto con mayor estabilidad frente al tipo 2, de 7.50 m de altura.

## **ABSTRACT**

The present investigation addressed the problem of stabilizing the slope on the Pallasca highway km 1+160, to stop the continuous landslides of debris material, which generates delays in vehicular traffic. For this reason, the structural seismic design of two types of gabion walls was planted to safeguard the slopes in critical areas of the road, where the stability of these walls was compared and demonstrated, the purpose of which was to determine the seismic analysis compared between two types of Gabion retaining walls, making their heights, stability, ground thrust and seismic force known, through the Mononobe Okabe method. Based on descriptive research; the population being the Pallasca highway km 1+160 and the landslide zone sample, taking samples of soil, stones and topographic measurements. The instruments were studies for foundation purposes for retaining walls, achieving the admissible capacity of the soil. Collected the information was ordered and process, for the corresponding analysis. Finally, it was concluded that between the two types of gabion walls, type 1 of 10.50 m in height was more stable compared to type 2, of 7.50 m in height.

## ÍNDICE GENERAL

| <b>Tema</b>                         | <b>Página N°</b> |
|-------------------------------------|------------------|
| Palabras Clave                      | i                |
| Título de la investigación          | ii               |
| Resumen                             | iii              |
| Abstract                            | iv               |
| Índice                              | v                |
| I. INTRODUCCIÓN.....                | 1                |
| II. METODOLOGÍA.....                | 46               |
| III. RESULTADOS .....               | 49               |
| IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....       | 60               |
| V. CONCLUSIONES.....                | 65               |
| VI. RECOMENDACIONES.....            | 67               |
| VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 68               |
| DEDICATORIA                         |                  |
| AGRADECIMIENTOS                     |                  |
| VIII.ANEXOS.....                    | 71               |

| <b>Lista de Figuras</b>   | <b>Página N°</b> |
|---|------------------|
| Figura 1. Tipos de muros de contención.....                               | 06               |
| Figura 2. Partes de un muro de contención.....                            | 07               |
| Figura 3. Empuje del terreno sobre muro de sostenimiento.....             | 09               |
| Figura 4. Empuje del terreno inclinado sobre muro de sostenimiento.....   | 12               |
| Figura 5. Presiones del suelo y núcleo central.....                       | 13               |
| Figura 6. Cargas resistentes sobre el muro de sostenimiento.....          | 16               |
| Figura 7.a. Sobrecarga uniforme sobre todo el relleno.....                | 17               |
| Figura 7.b. Sobrecarga aplicada en parte del relleno.....                 | 18               |
| Figura 8. Notación para el empleo del método de Mononobe Okabe.....       | 20               |
| Figura 9. Empuje activo dinámico, método de Mononobe Okabe.....           | 23               |
| Figura 10. Fuerzas en un muro de contención.....                          | 24               |
| Figura 11. Falla generalizada en muro de contención.....                  | 25               |
| Figura 12. Muro básico, análisis de estabilidad al deslizamiento.....     | 27               |
| Figura 13. Muro básico, análisis de estabilidad al volteo.....            | 28               |
| Figura 14. Determinación de la estabilidad contra el volteo.....          | 29               |
| Figura 15. Criterios para el predimensionamiento de muro de gravedad..... | 32               |
| Figura 16. Gaviones tipo caja. Elementos constituyentes.....              | 33               |
| Figura 17. Tipos de mallas utilizadas para gaviones.....                  | 36               |
| Figura 18. Escuadrías típicas de mallas hexagonales.....                  | 37               |
| Figura 19. Muros en gaviones.....   | 40               |
| Figura 20. Esquemas generales de tipos de muro.....                       | 40               |

|  |    |
|--|----|
| Figura 21. Muros en gaviones con contrafuertes.....  | 42 |
| Figura 22. Diseños típicos de muros en gaviones.....   | 43 |
| Figura 23. Toma de cotas en ladera de cerro.....   | 49 |
| Figura 24. Comparación Factor de seguridad al deslizamiento, en muros gavión.....                  | 54 |
| Figura 25. Comparación Factor de seguridad al volteo, en muros gavión.....                         | 55 |
| Figura 26. Comparación Ubicación de la resultante, en muros gavión.....                            | 56 |
| Figura 27. Comparación Excentricidad, en muros gavión.....   | 57 |
| Figura 28. Comparación Capacidad admisible máxima del terreno de cimentación, en muros gavión..... | 58 |
| Figura 29. Comparación Capacidad admisible mínima del terreno de cimentación, en muros gavión..... | 59 |

**Lista de Tablas**

**Página N°**

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Peso específico y ángulo de fricción interna de algunos tipos de suelo.....       | 11 |
| Tabla 2. Clases de terreno de cimentación y coeficientes de fricción para deslizamiento.   | 15 |
| Tabla 3. Relación $B / (H + h_s)$ para diferentes tipos de relleno.....                    | 31 |
| Tabla 4. Dimensiones estándar de los gaviones tipo caja.....                               | 34 |
| Tabla 5. Resumen de resultados obtenidos del diseño sísmico,<br>de muro gavión tipo 1..... | 52 |
| Tabla 6. Resumen de resultados obtenidos del diseño sísmico,<br>de muro gavión tipo 2..... | 53 |

## I.

## INTRODUCCIÓN

De los antecedentes encontrados se ha abordado algunos trabajos relevantes a esta investigación, tales como el de Villar. (2015), en su tesis titulada: "*Comparación del Comportamiento Estructural de Muros de Contención en Voladizo y con Contrafuertes*"; tuvo como objetivo la comparación del comportamiento estructural de muros de contención en voladizo y con contrafuertes, sometido al empuje de tierras y de sismo, concluyo:

- En los muros de contención en voladizo, se obtuvo:

El momento máximo contra el volteo (promedio) fue de 18.09, 48.34 y 104.78 tn.m en los muros de alturas 5, 7 y 9 m respectivamente.

- En los muros de contención con contrafuertes, se obtuvo:

El momento máximo contra el volteo (promedio) fue de 3.71, 10.02 y 23.45 tn.m en los muros de alturas 5, 7 y 9 m respectivamente.

- Los muros de contención de contrafuertes, poseen mejor comportamiento estructural a diferencia de los muros de contención tipo voladizo, obteniendo así mayor protección para salvaguardar las estructuras, ya que presentan valores menores frente a: esfuerzos internos, desplazamientos y momentos contra el volteo.

- En la comparación de los parámetros analizados en los muros de contención tipo contrafuerte frente a los muros de contención tipo voladizo, se obtuvo:

El momento máximo contra el volteo en los muros de alturas 5, 7 y 9 m, es menor en 78.68 %, 78.49 % y 76.79 % respectivamente.

- La utilización de los contrafuertes en muro de sostenimiento, mejora el comportamiento estructural, respecto al muro tipo voladizo, ya que los contrafuertes trabajan a flexo compresión.

Bernuy, & Bueno. (2015), en su tesis denominada: “*Estabilización de Ladera con Muros de Contención y Estudio de Impacto Ambiental para la Protección de Viviendas en el Barrio de San Isidro del Distrito de San Marcos – Huari, Ancash*”; tuvo como objetivo determinar el estudio de la estabilización en ladera usando muros de sostenimiento, en el barrio de San Isidro, Distrito de San Marcos – Huari, Ancash, concluyeron:

- Se realizó los estudios de topografía en la zona urbana, siendo esta semiplano de pendientes moderadas en el sentido sur que varían de 3 a 4 % manteniendo la pendiente de los ríos circundantes, la pendiente de Este a Oeste es de 1% culminando en un barranco de profundidad de 20 m, hacia el río Mosna.

- El área geológica de la zona del distrito de San Marcos abunda material semirocoso, con una capa de conglomerado de profundidad entre 1.00 a 2.00 m. En la cuenca media del lugar abunda el terreno con zonas rocosas y terrenos de cultivos: tubérculos, cereales, pastizales y arborización.

- Se ejecutó una calicata, clasificándose según S.U.C.S., suelos tipo GC – GM. Por la Teoría de Terzaghi, la presión admisible del terreno para el diseño, arrojó el valor de  $q_{adm.} = 1.67 \text{ kg/cm}^2$ .

- Se determinó los criterios para el diseño de los muros de sostenimiento. Existen teorías para el cálculo del empuje activo, en las que destacan las teorías de Coulomb y Rankine.

- Se realizó el diseño estructural de los muros de sostenimiento para las alturas 3 m, 3.5 m, 4 m, 5 m y 8 m, según ubicación de viviendas, como se ilustran en planos.

Dávila, & Morales. (2015), en su tesis titulada: “*Estudio Técnico - Económico comparativo entre Muro de Concreto Armado y Muro Terramesh, para la localidad de P.T. Pueblo Libre, Distrito Uchumayo, Provincia Arequipa, Dpto. Arequipa*” ; tuvo como objetivo comparar técnica y económicamente el Muro de Concreto Armado y Muro Terramesh, para obras de sostenimiento de taludes, concluyeron:

- Se realizaron los estudios de mecánica de suelos, que arrojó un peso específico de relleno  $1.21 \text{ tn/m}^3$ , con un ángulo de fricción interna de  $24.62^\circ$ , para los diseños de los muros de sostenimiento de Concreto Armado y Terramesh System.

- En el diseño del Muro de Contención de concreto Armado el Factor de seguridad al deslizamiento encontrado fue de 1.67, mientras que el diseño de muro con el Terramesh System fue de 2.01, siendo este último el más seguro y estable para su construcción.

- En el diseño del Muro de Contención de concreto Armado el Factor de seguridad al volteo encontrado fue de 3.12, mientras que el diseño de muro con el Terramesh System fue de 4.82, siendo este último el más seguro y estable para su construcción.

Ballón, & Echenique. (2017), en su tesis titulada: *“Análisis de estabilidad de muros de contención de acuerdo a las zonas sísmicas del Perú”*; tuvo como objetivo determinar la respuesta sísmica de muros de contención en voladizo en cada zona sísmica del Perú, concluyeron:

- Se puede concluir que Mononobe Okabe, es un método más conservador al ser comparado con el método Limite General de Equilibrio, donde el caso más crítico comparable, es un muro de 6.00 m y una isoaceleración de 0.35; obteniendo una fuerza actuante de 36.78 tn por el método de L.G.E y 51.69 tn por el método de Mononobe Okabe; representando este último 40.5% superior que el primer método.

De acuerdo a lo revisado en los antecedentes se justifica la presente investigación.

Entendiéndose como problemática la contención de suelos, el cual es un problema muy común en la actualidad, presente en mayoría de obras civiles en general tales como pistas, veredas, alamedas, etc.

La problemática actual en la zona de la carretera Pallasca KM 1+160, presenta obstáculos de tierra y rocas provenientes de huaycos, en tiempos por lo general de épocas de lluvias, el cual provoca retrasos e inconvenientes en el tránsito vehicular y afectando todo el movimiento comercial y económico, que se desarrolla por tan importante vía.

Para tal caso se plantea el diseño sísmico de muros gaviones, en las zonas críticas de la carretera y hacer una comparación entre estos dos tipos de muros gaviones, en los taludes ubicados en la carretera Pallasca Km 1+160, y demostrar el cumplimiento de estabilidad de estos muros, salvaguardando así los taludes.

La investigación es factible en el lugar, siendo los beneficiarios las personas que se transportan por dicha carretera. Lo antes expuesto constituye la razón fundamental para proponer el diseño de muros de contención gaviones, que sirva para detener el continuo derrumbe de tierra y rocas, protegiendo así la carretera, en la zona de investigación.

Por lo mencionado se formula el problema, ¿Estabilizaremos el talud deteniendo los continuos deslizamientos de material de derrubio, sobre la carretera Pallasca Km 1+160, utilizando muros de contención gaviones?

De la bibliografía consultada se pudo revisar y contar, con definiciones útiles para el desarrollo de la investigación, tales como:

#### **ESTABILIDAD DE TALUDES**

Estudia la estabilidad de un talud de un proyecto, siendo un aspecto directamente relacionado con la ingeniería geológica y geotécnica.

Tipos de inestabilidad:

a. Desprendimientos o desplomes

Son movimientos de inestabilidad producidos por falta de apoyo, desprendimientos de rocas en laderas, debido a la pérdida de sustentación.

b. Corrimientos

Son movimientos que afectan a una gran cantidad de masa de terreno. Un caso particular de corrimiento de tierra, son los deslizamientos producidos por masas de terreno inestable, que se deslizan respecto a una zona estable, a través de una superficie de falla.

## ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN

Los muros de contención son estructuras que contienen y soportan lateralmente un terreno u otro material en desnivel, y en algunos casos soportan cargas verticales adicionales. Son usados para estabilizar el material confinado evitando el desarrollo de su ángulo de reposo natural. La estabilidad de un muro de sostenimiento radica principalmente en su propio peso y del peso del material apoyado sobre su base.

Los muros de contención son utilizados en cambios abruptos de pendiente, cortes y rellenos en carreteras y vías férreas, alcantarillas, estribos de puentes, muros de sótano, etc.

Los muros de contención pueden ser de los siguientes tipos:

a. Muros de gravedad.

b. Muros en voladizo.

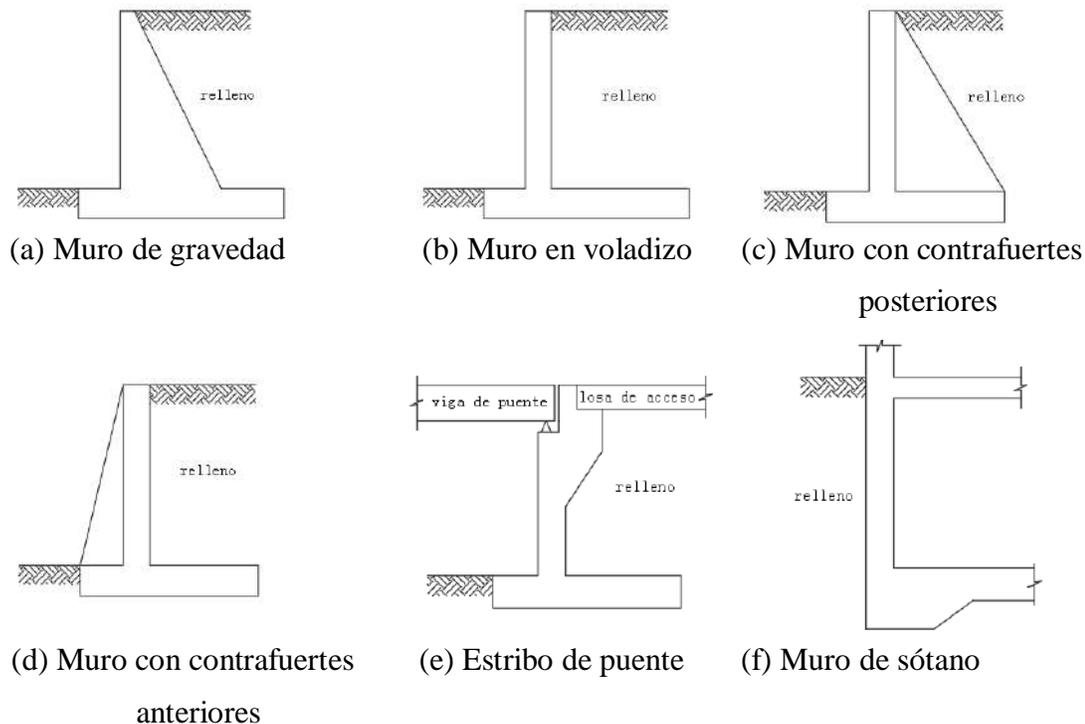
c. Muros con contrafuertes posteriores.

d. Muros con contrafuertes anteriores.

e. Estribos de puentes.

f. Muros de sótano.

La figura 1, se muestran estos tipos de estructuras.



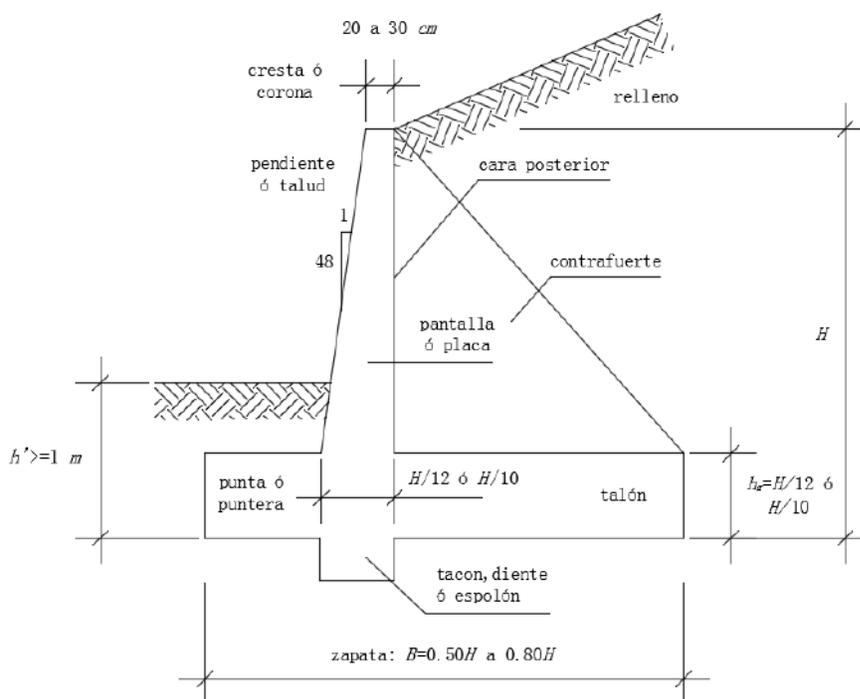
**Figura 1.** Tipos de muros de contención.

Fuente: Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado, 3ra. edición. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

El muro de gravedad basa su estabilidad en su peso propio, son económicos para salvar desniveles de hasta 3.00 m generalmente son de concreto simple o mampostería. Los muros en voladizo son siempre de concreto armado y se utilizan para salvar desniveles de hasta 8.00 m, en este caso, la estabilidad se logra no sólo con su peso propio, sino principalmente con el peso del relleno. Los muros con contrafuertes son utilizados para desniveles mayores a 6.00 m, son similares a los muros en voladizo, pero el muro pantalla presenta apoyos, llamados contrafuertes, cada cierto tramo, estos apoyos aportan rigidez a la estructura y reducen los

esfuerzos en su base, pueden salvar alturas mayores a 6.00 m. Los contrafuertes trabajan a tracción, lo cual no es recomendado, pues el concreto es más eficiente a compresión. En ocasiones, para mejorar la eficiencia del muro de contención, se ubican los contrafuertes adelante, de modo que trabajen a compresión. Esta solución, presenta el inconveniente que los contrafuertes quedan visibles. Los muros de sótano contienen el empuje del suelo, pero además pueden contener cargas verticales de la edificación. Los estribos de puente son muros que además de su peso propio, soportan las cargas de la superestructura del puente.

Partes de muro de contención:



**Figura 2.** Partes de un muro de contención.

Fuente: Guevara Anzules, M., & Zambrano Arteaga, S. (2009). Muros de contención - Cimentaciones Superficiales - Provisiones del Código A.C.I. - 08. Muros de contención. Guayaquil, Ecuador: Editorial Universidad de Guayaquil.

Cargas que actúan sobre los muros de sostenimiento:

Los muros de sostenimiento están sometidos a su peso propio, peso del relleno, empuje activo y pasivo del suelo, a la reacción vertical del terreno, a la fricción en su base y eventualmente a subpresión y sobrecargas en el relleno.

a. Empuje del suelo

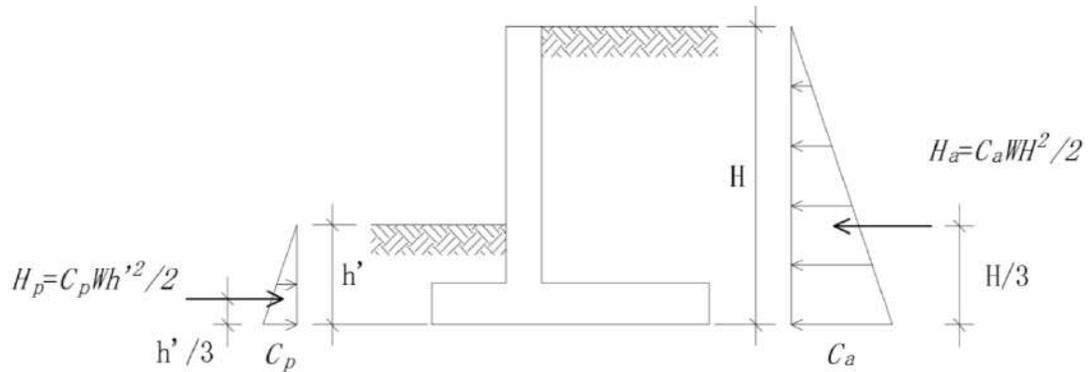
El empuje del suelo es un parámetro difícil de estimar, existen muchas teorías en Mecánica Suelos para su determinación, cada una con limitaciones para su aplicación. El comportamiento de los suelos granulares difiere de los suelos cohesivos.

- Empuje activo

Se presenta cuando existe una relajación en la masa de suelo que lo permite moverse hacia fuera del espacio que limitaba la tensión del suelo (por ejemplo un muro de tierra que se rompe); esto es porque el suelo está fallando al extenderse. Ésta es la presión mínima a la que el suelo puede ser sometido para que no se rompa.

- Empuje pasivo

Se presenta cuando la masa de suelo, está sometida a una fuerza externa que lleva al suelo a la tensión límite de confinamiento. Esta es la máxima presión a la que puede ser sometida un suelo en el plano horizontal.



**Figura 3.** Empuje del terreno sobre muro de sostenimiento.

Fuente: Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado, 3ra. edición. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Teoría de Rankine

Esta teoría es válida para suelos granulares, incompresibles y homogéneos, y desprecia la fricción entre el muro y suelo.

La distribución del empuje de los suelos, es compleja, sin embargo en la práctica se asume una distribución lineal, similar a la generada por los líquidos (figura 3). Este supuesto es adecuado para suelos granulares y secos.

Según Rankine, la resultante de empuje activo se calcula por las expresiones:

$$H_a = \frac{1}{2} C_a \cdot W \cdot H^2 \quad (1)$$

$$C_a = tg^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 - \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi} \quad (2)$$

Dónde:

$W$ : Peso específico del material.

$\phi$ : Ángulo de fricción interna del material.

$H$ : Altura del relleno que ejerce el empuje activo.

$C_a$ : Coeficiente de empuje activo.

$H_a$ : Presión debida al empuje activo.

La resultante del empuje pasivo, es igual a:

$$H_p = \frac{1}{2} C_p \cdot w \cdot h'^2 \quad (3)$$

$$C_p = tg^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 + \text{sen } \phi}{1 - \text{sen } \phi} \quad (4)$$

Dónde:

$W$ : Peso específico del material.

$\phi$ : Ángulo de fricción interna del material.

$h'$ : Altura del relleno que ejerce el empuje pasivo.

$C_p$ : Coeficiente de empuje pasivo.

$H_p$ : Presión debida al empuje pasivo.

La tabla 1. Muestra algunos valores referenciales del peso específico y ángulo de fricción interna, de algunos tipos de suelos.

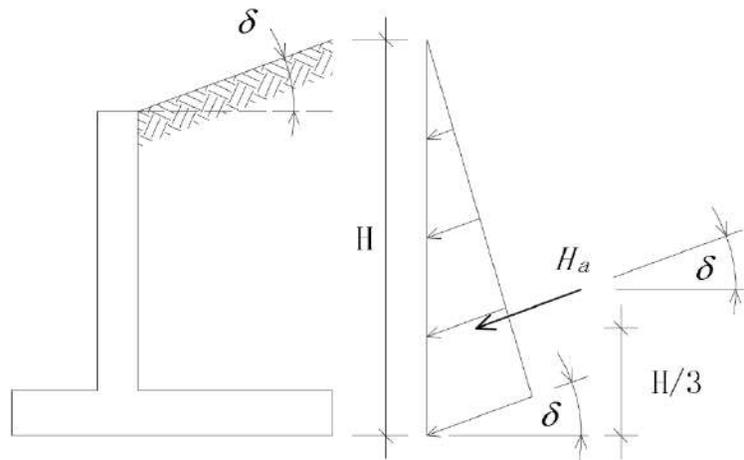
**Tabla 1**

*Peso específico y ángulo de fricción interna de algunos tipos de suelo.*

| <b>Tipo de terreno</b>             | <b>W (kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Ø (°)</b> |
|------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Arcilla suave                      | 1,440 a 1,920               | 0° a 15°     |
| Arcilla media                      | 1,600 a 1,920               | 15° a 30°    |
| Limo seco y suelto                 | 1,600 a 1,920               | 27° a 30°    |
| Limo denso                         | 1,760 a 1,920               | 30° a 35°    |
| Arena suelta y grava               | 1,600 a 2,100               | 30° a 40°    |
| Arena densa y grava                | 1,920 a 2,100               | 25° a 35°    |
| Arena suelta, seca y bien graduada | 1,840 a 2,100               | 33° a 35°    |
| Arena densa, seca y bien graduada  | 1,920 a 2,100               | 42° a 46°    |

Fuente: Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado, 3ra. edición. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

Si el relleno posee pendiente como se ilustra en la figura 4.



**Figura 4.** Empuje del terreno inclinado sobre muro de sostenimiento.

Fuente: Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado, 3ra. edición. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

Entonces los coeficientes  $C_a$  y  $C_p$  están dados por las expresiones:

$$C_a = \cos\delta \left( \frac{\cos\delta - \sqrt{\cos^2\delta - \cos^2\phi}}{\cos\delta + \sqrt{\cos^2\delta - \cos^2\phi}} \right) \quad (5)$$

$$C_p = \cos\delta \left( \frac{\cos\delta + \sqrt{\cos^2\delta - \cos^2\phi}}{\cos\delta - \sqrt{\cos^2\delta - \cos^2\phi}} \right) \quad (6)$$

Dónde:

$\delta$ : Pendiente del terreno.

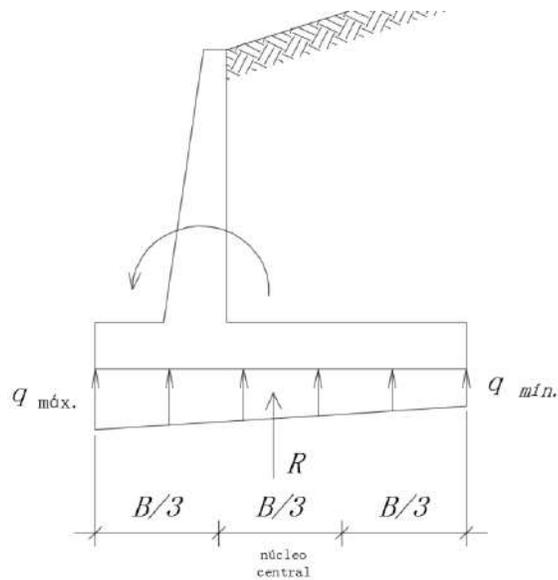
En este caso, la resultante tiene una inclinación similar a la pendiente del relleno (figura 4).

b. Peso del relleno

El peso del relleno puede estimarse mediante los valores presentados en la tabla 1.

### c. Reacción del terreno

La presión máxima no podrá exceder la capacidad admisible determinada por el estudio de suelos, y evitar así la inclinación del muro debido a los asentamientos diferenciales en la cimentación, es preferible que la resultante de las presiones del suelo se ubique dentro del núcleo central de la superficie resistente, como se ilustra en la figura 5. Si se cimenta sobre suelo muy duro o roca, se puede permitir que la resultante de las presiones salga del núcleo central, aunque es preferible y deseable que la excentricidad no exceda 0.25 veces la dimensión paralela a la zapata.



**Figura 5.** Presiones del suelo y núcleo central.

Fuente: Morales Morales, R. (2002). Diseño en Concreto Armado, 1era. edición. Lima, Perú: Editorial I.C.G.

### d. Fricción en la base

La fricción en la base es el producto de la reacción del suelo, multiplicado por el coeficiente de fricción entre el suelo y el concreto. Algunos coeficientes de fricción aproximados son:

- Concreto o mampostería contra arena limosa media a gruesa, grava limosa  $f = 0.55$ .
- Concreto o mampostería contra grava limpia, arena gruesa  $f = 0.45$ .
- Limo no plástico  $f = 0.35$ .
- Roca sólida sana  $f = 0.60$ .

Otra expresión para el cálculo del coeficiente de fricción está en función al ángulo de fricción interna del material ( $\emptyset$ ), entonces el coeficiente de fricción está dado por la expresión:

$$f = tg(\delta) \quad (7)$$

Dónde:

$\delta = \emptyset$  : Para concreto vaciado in situ.

$\delta = 2\emptyset/3$ : Para otros casos.

Normalmente se usa la tabla 1.2, para un proceso simplificado para la obtención del coeficiente  $f = tg(\delta)$ .

**Tabla 2***Clases de terreno de cimentación y coeficientes de fricción para deslizamiento.*

| Clases de terreno de cimentación |                                      | Esfuerzo permisible del terreno $\sigma_k$ (tn/m <sup>2</sup> ) | Coefficiente de fricción para deslizamiento, $f$ |
|----------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| Rocoso                           | Roca dura uniforme con pocas grietas | 100   | 0.70   |
|                                  | Roca dura con muchas fisuras         | 60  | 0.70   |
|                                  | Roca blanda                          | 30  | 0.70   |
| Estrato de grava                 | Densa                                | 60  | 0.60   |
|                                  | No densa                             | 30  | 0.60   |
| Terreno arenoso                  | Densa                                | 30  | 0.60   |
|                                  | Media                                | 20  | 0.50   |
| Terreno cohesivo                 | Muy dura                             | 20  | 0.50   |
|                                  | Dura                                 | 10  | 0.45   |
|                                  | Media                                | 5   | 0.45   |

Fuente: Morales Morales, R. (2002). Diseño en Concreto Armado, 1era. edición. Lima, Perú: Editorial I.C.G.

La determinación de las fuerzas resistentes al deslizamiento y fuerza de deslizamiento viene dada por las expresiones:

$$H_r = (P_m + P_v). \operatorname{tg} \delta \quad (8)$$

$$H_a = P_H \quad (9)$$

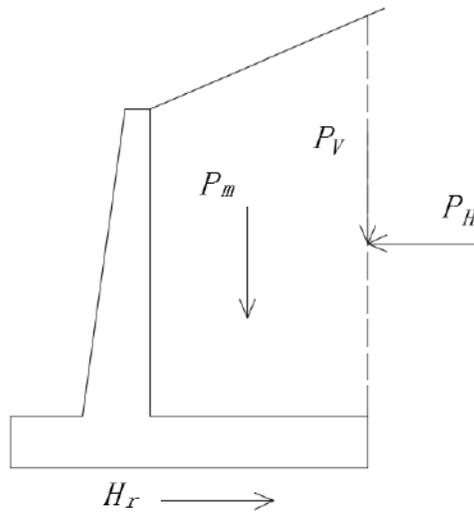
$$\frac{H_r}{H_a} \geq 1.5 \quad (10)$$

Dónde:

$H_r$ : Fuerza resistente al deslizamiento.

$H_a$ : Fuerza de deslizamiento.

$P_m$ : Peso muerto.



**Figura 6.** Cargas resistentes sobre el muro de sostenimiento.

Fuente: Morales Morales, R. (2002). Diseño en Concreto Armado, 1era. edición. Lima, Perú: Editorial I.C.G.

e. Sobrecarga en el relleno

El efecto de la sobrecarga en el relleno produce un efecto similar al generado por un incremento  $h_s$ , en la altura de relleno, donde:

$$h_s = \frac{w_s}{W} \quad (11)$$

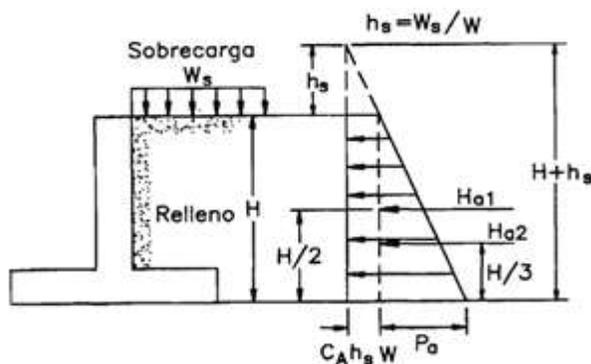
Dónde:

$h_s$ : Altura de sobrecarga del muro.

$w_s$ : Sobrecarga del relleno.

$W$ : Peso específico del suelo.

Esta expresión es válida sólo si la sobrecarga es uniforme en el relleno como muestran las figuras 7. Para los casos en los cuales la sobrecarga no actúa sobre todo el relleno, se han desarrollado teorías que buscan estimar el efecto de esta carga sobre el muro. Una de las más simples propone, para situaciones como la mostrada en la figura 7b, que se considere que el empuje debido a la sobrecarga actúa por debajo de la superficie del relleno, a una distancia igual a la presentada entre el muro y la zona de aplicación de la sobrecarga.



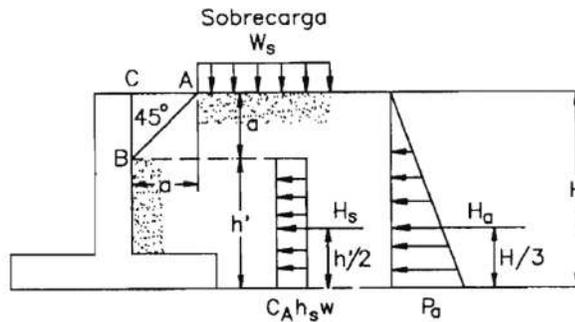
**Figura 7a.** Sobrecarga uniforme sobre todo el relleno.

Fuente: Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado, 3ra. edición. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

De la figura 7a., se deducen las expresiones para las cargas de empuje activo:

$$H_{a1} = C_a \cdot h_s \cdot W \cdot H \quad (12.a)$$

$$H_{a2} = \frac{1}{2} C_a \cdot W \cdot H^2 \quad (12.b)$$



**Figura 7b.** Sobrecarga aplicada en parte del relleno.

Fuente: Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado, 3ra. edición. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

De la figura 7b. se deducen las expresiones para las cargas de empuje activo:

$$H_s = C_a \cdot h_s \cdot W \cdot h' \quad (13.a)$$

$$H_a = \frac{1}{2} C_a \cdot W \cdot H^2 \quad (13.b)$$

Para el dimensionamiento del muro usaremos la altura efectiva  $h_e$  en lugar de  $H$ .

$$h_e = H + h_s \quad (14)$$

Dónde:

$h_e$ : Altura efectiva.

$H$ : Altura del relleno que ejerce el empuje activo.

$h_s$ : Altura de sobrecarga del muro.

#### f. Subpresión

Si el nivel de la napa freática es elevado, entonces se generan cargas de subpresión en la base del muro, esta fuerza puede atentar contra la estabilidad del muro de contención.

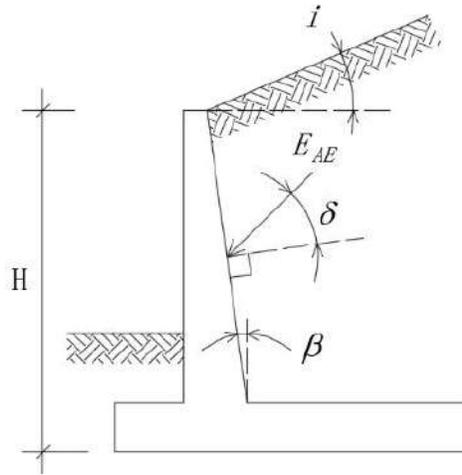
#### g. Fuerza sísmica

- Método de Mononobe Okabe

El método pseudo estático de Mononobe Okabe (1926), es el método más utilizado para la determinación de fuerzas, que se producen en la masa del suelo por sismo actuantes en un estribo de puente. El cual representa una extensión de la teoría del empuje activo, de los suelos de Coulomb y que tiene en consideración las fuerzas inerciales de la masa del suelo, horizontal y vertical.

El método se basa, en las siguientes hipótesis:

1. El estribo, se puede desplazar libremente y genera un empuje activo (desplazamiento del terreno, en la dirección del estribo).
2. El material de relleno, es un suelo granular que posee un ángulo de fricción interna.
3. No se presenta la falla, por licuefacción.



**Figura 8.** Notación para el empleo del método de Mononobe Okabe.

Fuente: Vallecilla, C.R. (2006). Manual de Puentes en Concreto Reforzado, 1era. edición. Bogotá, Colombia: Editorial Bauen.

Las expresiones del método pseudo estático de Mononobe Okabe, son las siguientes:

Para el empuje activo dinámico:

$$E_{AE} = \frac{1}{2} W (1 - K_V) K_{AE} H^2 \quad (15)$$

Dónde:

$E_{AE}$ : Empuje activo dinámico.

$W$  : Peso específico del suelo.

$K_V$ : Coeficiente sísmico vertical.

$K_{AE}$ : Coeficiente dinámico de empuje de suelo.

$H$  : Altura del relleno, que ejerce el empuje activo.

Coeficiente dinámico de empuje de suelo:

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta)}{\psi \cos \theta \cos^2 \beta \cos(\delta + \beta + \theta)} \quad (16)$$

$$\psi = \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta)}} \right]^2 \quad (17)$$

De la teoría de empuje de Coulomb, el empuje activo estático viene expresado por:

$$E_A = \frac{1}{2} W K_A H^2 \quad (18)$$

$$K_A = \frac{1 - \text{sen} \phi}{1 + \text{sen} \phi} \quad (19)$$

Dónde:

$K_A$ : Coeficiente de empuje activo para  $i=0$ .

Además:

$$\theta = \text{arc. tg} \left( \frac{K_H}{1 - K_V} \right) \quad (20)$$

$$K_H = 0.50 Z \quad (21)$$

$$K_V = 0.70 K_H \quad (22)$$

Dónde:

$\phi$ : Ángulo de fricción interna del material.

$\delta$ : Ángulo de fricción, entre relleno y muro.

$i$ : Ángulo de inclinación, de la superficie del relleno.

$\beta$ : Ángulo del talud, del muro respecto a la vertical.

$W$ : Peso específico del material.

$K_H$ : Coeficiente sísmico de aceleración horizontal.

$K_V$ : Coeficiente sísmico de aceleración vertical.

Z: Factor de zona.

- Coeficiente sísmico de aceleración horizontal

En condición de diseño mediante un análisis seudo estático, equivale a  $K_H = 0.50 Z$ . Donde Z, es la aceleración del suelo en función de la gravedad para el sismo de diseño. Se considera el valor de 0.50, debido a que la fuerza horizontal equivalente se la aplica en un tiempo infinito, siendo una carga temporal donde, probablemente una vez o dos veces durante el evento sísmico ocurra el valor máximo de aceleración. Adicionalmente, se conoce que la respuesta dinámica de un talud es altamente no lineal y este generaría una incoherencia en el movimiento sísmico en la masa deformable, dentro del plano de falla.

- Coeficiente sísmico de aceleración vertical

El coeficiente de sismo vertical disminuye  $K_V > 0$  o aumenta  $K_V < 0$ , el peso unitario del suelo, el agua en el suelo y el material de sobrecarga, multiplicando los valores correspondientes por  $1 - K_V$ . Es importante notar que el coeficiente  $K_V$ , puede tomar ambos valores positivos o negativo y en el caso de que el coeficiente de aceleración horizontal sea lo suficientemente grande, la pendiente aliviada  $K_V > 0$ , es más desfavorable que la sobrecarga. Analizando la fórmula de  $K_{AE}$ , donde  $K_V$  se considera hasta valores de  $0.70 K_H$ , afecta menos del 10 % en el cálculo de empuje activo dinámico.

- Posición de resultante de empuje activo dinámico

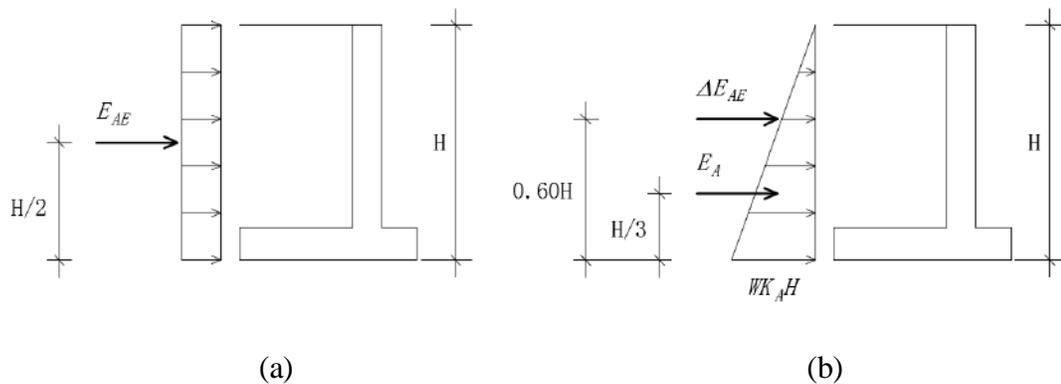
La altura del punto de aplicación del empuje activo, medido desde la base del estribo, es igual a  $H/3$ , donde  $H$  es la altura del estribo. Esta altura al igual que el valor del empuje, aumenta con la introducción de los efectos sísmicos.

Para la inclusión de los efectos dinámicos, sobre el empuje del suelo mediante el método de Mononobe Okabe, existen dos prácticas aceptables: La primera supone,

que el empuje activo dinámico, equivale a una carga uniformemente distribuida y en consecuencia la resultante de fuerzas, se ubica a  $H/2$ .

La segunda practica aceptable, consiste en dividir el efecto del empuje activo dinámico en el efecto estático, esto es, el empuje activo estático aplicado a  $H/3$  de la base del estribo y el efecto dinámico adicional  $\Delta E_{AE} = E_{AE} - E_A$ , que se aplica a una altura igual a  $0.60 H$  de la base del estribo.

Las figura 9. Ilustran las definiciones anteriores.



**Figura 9.** Empuje activo dinámico, método de Mononobe Okabe, a) primera práctica aceptable y b) segunda práctica aceptable.

Fuente: Vallecilla, C.R. (2006). Manual de Puentes en Concreto Reforzado, 1era. edición. Bogotá, Colombia: Editorial Bauen.

Procedimiento, para determinar la posición de la resultante de empuje activo dinámico.

1. Calcular el empuje activo dinámico, por la ecuación:  $E_{AE} = \frac{1}{2} W(1 - K_V)K_{AE}H^2$
2. Calcular el empuje activo estático, por la expresión:  $E_A = \frac{1}{2} W K_A H^2$
3. Calcular la diferencia de empujes:  $\Delta E_{AE} = E_{AE} - E_A$

Aplicación del empuje activo estático a  $H/3$ , de la base del muro.

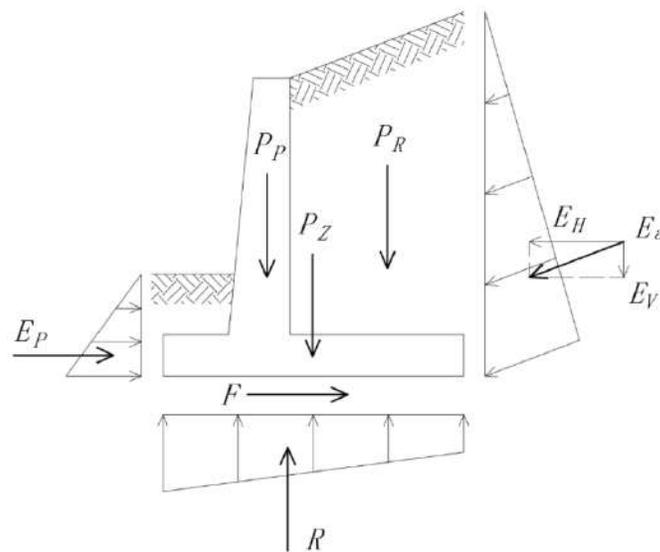
Aplicar  $\Delta E_{AE}$  a una altura  $0.60 H$ , de la base del estribo.

Calcular la posición de la resultante del empuje activo dinámico, ubicada a una distancia medida desde la base, (segunda práctica aceptable) igual a:

$$\bar{H} = \frac{\Delta E_{AE}(0.60H) + E_A(H/3)}{E_{AE}} \quad (23)$$

Tipos de falla en muro de contención:

Para el análisis de los tipos de falla en un muro de contención, analizamos las fuerzas mostradas, en la figura 10.



**Figura 10.** Fuerzas en un muro de contención.

Fuente: Morales Morales, R. (2002). Diseño en Concreto Armado, 1era. edición. Lima, Perú: Editorial I.C.G.

a. Deslizamiento horizontal del muro, en el plano de contacto sobre la base del muro y el suelo.

$$E_H \geq E_P + F \quad , \text{ falla por deslizamiento} \quad (24)$$

En suelos no cohesivos :  $F$  es la resistencia al corte por fricción.

En suelos cohesivos :  $F$  es la resistencia al corte por cohesión.

b. Por volteo, alrededor de la arista delantera de la base.

$$\Sigma M_{actuales} \geq \Sigma M_{resistentes} , \text{ falla por volteo} \quad (25)$$

c. Por presiones excesivas en el terreno (área de contacto), las presiones son máximas en la parte delantera del muro.

d. Por falla generalizada del suelo, debe hacerse esta verificación cuando el talud es importante.



**Figura 11.** Falla generalizada en muro de contención.

Fuente: Morales Morales, R. (2002). Diseño en Concreto Armado, 1era. edición. Lima, Perú: Editorial I.C.G.

Criterios de estabilidad:

Para la estabilidad del muro de sostenimiento, deben garantizarse que:

- a. El muro, no se voltee.
- b. El muro, no se deslice.
- c. La reacción del suelo, generada por las cargas aplicadas sobre el muro no exceda el esfuerzo admisible del mismo.
- d. El talud, no pierda estabilidad y el muro se deslice conjuntamente con el relleno.

La primera condición, se garantiza considerando un factor de seguridad al volteo de por lo menos 2. Este factor de seguridad se expresa como:

$$F.S.V. = \frac{\Sigma M_r}{\Sigma M_a} \quad (26)$$

Los momentos actuantes, se generan por el empuje activo y por el empuje de la sobrecarga, si esta se le considera. Los momentos resistentes, son generados por el peso propio de la estructura y del suelo apoyado sobre el talón y la puntera del muro. El empuje pasivo, sobre la puntera y la sobrecarga, también generan momentos resistentes que contribuyen a la estabilidad del muro. Generalmente, por seguridad, no se considera el empuje pasivo, los momentos se toman respecto al punto en el extremo inferior de la puntera.

El deslizamiento del muro, se garantiza con un factor de seguridad dado por la expresión:

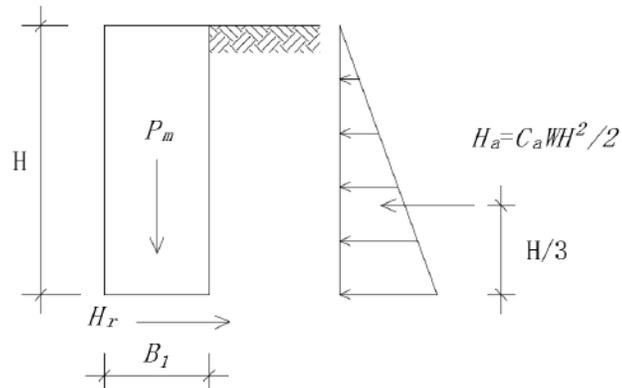
$$F.S.D. = \frac{\Sigma F_r}{\Sigma F_a} \quad (27)$$

Las fuerzas actuantes, son originadas por el empuje activo del relleno y la sobrecarga que actúa sobre él. Las fuerzas resistentes, son el empuje pasivo y la fricción en la base. La falla por deslizamiento, puede producirse en la interface concreto - suelo. También se puede presentar la situación en la que el muro y parte del terreno bajo él, se deslizan respecto al suelo en las capas inferiores. El coeficiente de fricción, en ambos casos es diferente. Para la verificación de la estabilidad del muro, debe escogerse la condición más crítica, es decir, aquélla en la cual el coeficiente de fricción, es el menor. En la sección subtitulada “fricción de la base”, se presentó algunos valores de coeficientes de fricción, para la interface suelo - concreto. La fricción suelo - suelo puede calcularse, aproximadamente, como la tangente del ángulo de fricción interna del material. El coeficiente de seguridad por deslizamiento debe ser mayor a 1.5, si no se considera el efecto del empuje pasivo y mayor a 2, si es que se considera.

Dimensionamiento de un muro básico:

a. Dimensionamiento por estabilidad al deslizamiento

Un muro básico, tiene forma de un paralelepípedo rectangular, que soporta un relleno horizontal sin sobrecarga. Para el análisis, se considerara un ancho de longitud un metro.



**Figura 12.** Muro básico, análisis de estabilidad al deslizamiento.

Fuente: Morales Morales, R. (2002). Diseño en Concreto Armado, 1era. edición. Lima, Perú: Editorial I.C.G.

De la figura 12, tenemos que:

$$P_m = \gamma_m \cdot B_1 \cdot H \quad (28)$$

$$H_r = f \cdot P_m \quad (29)$$

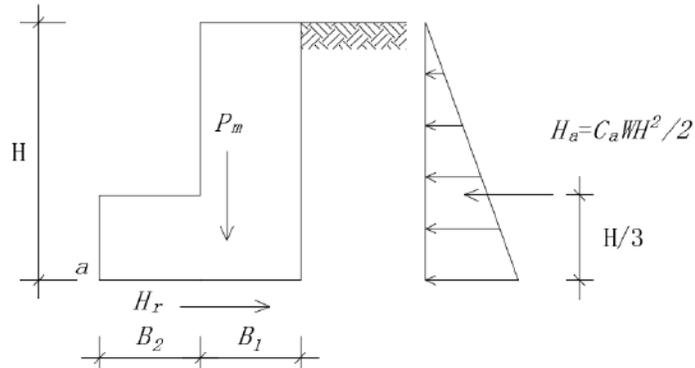
Sabemos que:

$$\frac{H_r}{H_a} \geq F.S.D. \quad (30)$$

Reemplazando valores en la ecuación (30) y despejando  $B_1/H$ , tenemos:

$$\frac{B_1}{H} \geq F.S.D. \cdot \frac{C_a \cdot W}{2f \cdot \gamma_m} \quad (31)$$

b. Dimensionamiento por estabilidad al volteo



**Figura 13.** Muro básico, análisis de estabilidad al volteo.

Fuente: Morales Morales, R. (2002). Diseño en Concreto Armado, 1era. edición. Lima, Perú: Editorial I.C.G.

De la figura 13, tenemos que:

$$M_a = H_a \left( \frac{H}{3} \right) = \frac{C_a \cdot W \cdot H^3}{6} \quad (32)$$

$$M_r = P_m \left( B_2 + \frac{B_1}{2} \right) = W \cdot B_1 \cdot H \left( B_2 + \frac{B_1}{2} \right) \quad (33)$$

Sabemos que:

$$\frac{M_r}{M_a} \geq F.S.V. \quad (34)$$

Realizando operaciones y reemplazando valores en la ecuación (34), despejamos  $B_2/H$  tenemos:

$$\frac{B_2}{H} \geq \frac{f}{3} \cdot \frac{F.S.V.}{F.S.D.} - \frac{B_1}{2H} \quad (35)$$

A partir de las ecuaciones (31) y (35), se pueden derivar expresiones para distintos tipos de muros de contención.

Estabilidad de un muro de contención:

a. Estabilidad contra el volteo

$$X_o = \frac{\Sigma M_R - \Sigma M_A}{\Sigma F_V} \quad (36)$$

- Excentricidad en condición estática: La resultante se ubica dentro del tercio central, de la base del muro.

$$e = \frac{B}{2} - X_o \leq \frac{B}{6} \quad (37)$$

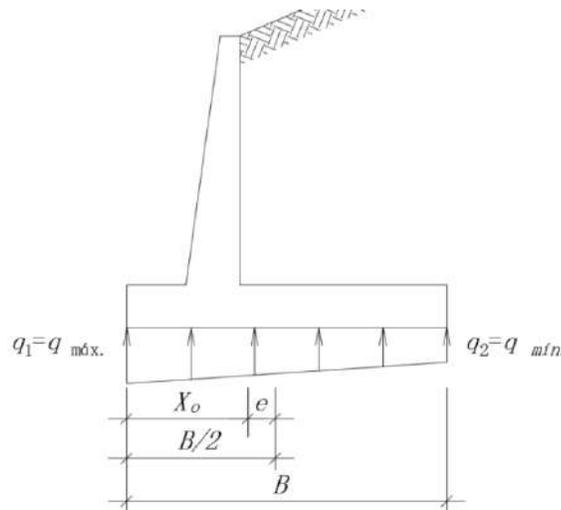
- Excentricidad en condición dinámica: La resultante se ubica dentro de los 2/3 tercios centrales, de la base del muro.

$$e = \frac{B}{2} - X_o \leq \frac{B}{3} \quad (38)$$

Dónde:

$X_o$ : Posición de las cargas, respecto al extremo de la punta, de la base del muro.

$e$  : Excentricidad de las cargas, respecto al eje de la base.



**Figura 14.** Determinación de la estabilidad contra el volteo.

Fuente: Morales Morales, R. (2002). Diseño en Concreto Armado, 1era. edición. Lima, Perú: Editorial I.C.G.

b. Estabilidad frente a la capacidad portante del terreno de cimentación

$$q_{\substack{m\acute{a}x. \\ m\acute{i}n.}} = \frac{\Sigma FV}{B} \pm \frac{\Sigma FV \cdot e}{B^2} < \sigma_t \quad (39)$$

Muros de Gravedad:

En los muros de gravedad, su estabilidad radica en su peso propio, por lo general los muros son construidos de concreto simple o mampostería. El primer paso del diseño es realizar un predimensionamiento de la estructura, y luego verificar si cumplen las condiciones de su estabilidad y resistencia.

Por lo general, se conoce la altura de desnivel del terreno, que se requiere salvar y las características del material de relleno.

A partir de esta información y haciendo uso de la tabla 3, se estima un primer predimensionamiento para la base del muro.

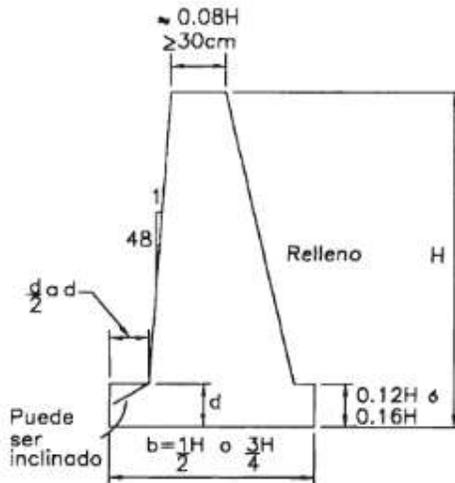
**Tabla 3**

*Relación  $B/(H + h_s)$  para diferentes tipos de relleno.*

| $B/(H+h_s)$ | $Ca.W (kg/m^3)$ |
|-------------|-----------------|
| 0.30        | 204             |
| 0.35        | 269             |
| 0.40        | 343             |
| 0.45        | 423             |
| 0.50        | 512             |
| 0.55        | 605             |
| 0.60        | 715             |
| 0.65        | 830             |

Fuente: Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado, 3ra. edición. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

La figura 15, presenta algunos valores para el predimensionamiento de un muro de gravedad.



**Figura 15.** Criterios para el predimensionamiento de muro de gravedad.

Fuente: Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado, 3ra. edición. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

En base al predimensionamiento preliminar, se verifica el cumplimiento de la estabilidad del muro, en función a los criterios de estabilidad, vistos en la sección 4.2.4.

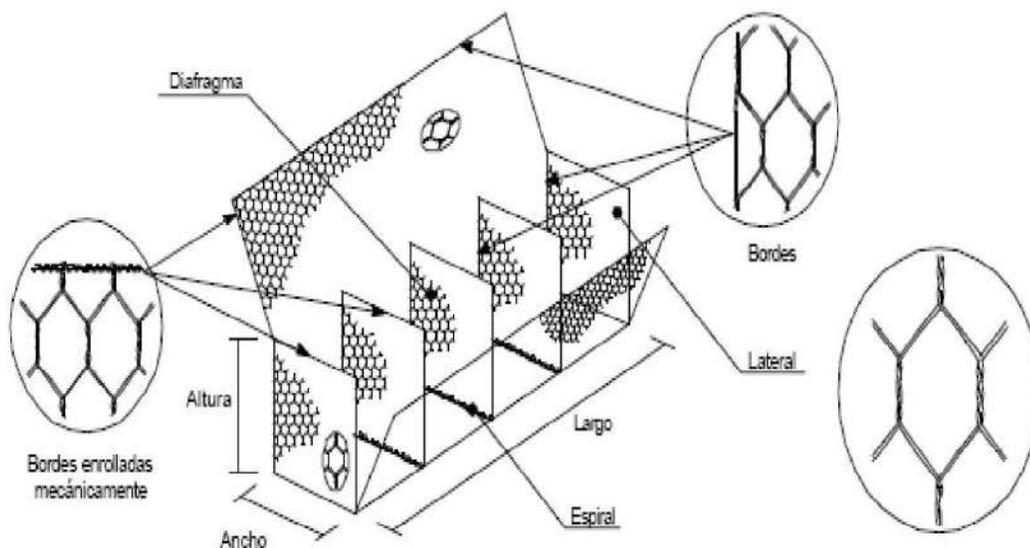
De existir relleno en la parte delantera del muro, es preferible no considerar su efecto estabilizante pues puede darse el caso que sea removido.

## GAVIONES

En ingeniería, los gaviones consisten en una caja o cesta de forma de un paralelepípedo rectangular, rellena de piedra chancada o de canto rodado de peso específico considerables, los gaviones son cestas de alambre de acero tejidas. Utilizados como muros de contención para la estabilización de taludes, los muros tipo gavión trabajan por gravedad la cual aporta a su estabilidad.

Gaviones tipo caja:

Es un contenedor hecho de malla de alambre, en forma de paralelepípedo, uniformemente dividido, de tamaño variable, interconectado con otros contenedores similares y rellenos de piedra o roca de préstamo o del lugar (in situ). Después de retirado del fardo, cada elemento debe ser completamente desdoblado y montado al pie de obra.



**Figura 16.** Gaviones tipo caja. Elementos constituyentes.

Fuente: Especificaciones Técnicas de Gaviones MacCaferri.

Las dimensiones de cestas gavión estandarizadas son:

- La longitud será siempre múltiplo de 1.00 m, y varía de 1.00 m a 4.00 m.
- El ancho es siempre de 1.00 m.
- El alto puede ser de 0.50 m ó 1.00 m.

**Tabla 4***Dimensiones estándar de los gaviones tipo caja.*

| Dimensiones Estándar |           |          | Volumen (m <sup>3</sup> ) | Diafragmas |
|----------------------|-----------|----------|---------------------------|------------|
| Largo (m)            | Ancho (m) | Alto (m) |                           |            |
| 1.00                 | 1.00      | 0.50     | 0.50                      | -          |
| 2.00                 | 1.00      | 0.50     | 1.00                      | 1          |
| 3.00                 | 1.00      | 0.50     | 1.50                      | 2          |
| 4.00                 | 1.00      | 0.50     | 2.00                      | 3          |

Fuente: Defensas fluviales con gaviones metálicos.

**Fabricación:**

Se fabrican con mallas (de triple torsión y escuadradas tipo 8×10 m) de alambre de acero (con bajo contenido de carbono) de 2.7 mm, de tres capas de galvanizado, con 270 gramos de zinc. Las aristas se refuerzan también con alambre de 3.4 mm. También se utiliza alambre para el amarre de las piezas de 2.2 mm.

Los gaviones podrán tener diferentes aspectos, frecuente se encuentran en forma de cajas, que pueden tener largos de 1.5, 2, 3 y 4 m, un ancho de 1 m y una altura de 0.5 ó 1 m.

**Composición del gavión:**

El gavión está compuesto por mallas de alambre galvanizado rellenas de piedras o cantos, formando cajones unidos con amarres de alambre, se componen en:

## a. Alambres galvanizados

### a.1. Proceso de galvanizado

El alambre de gavión posee un tratamiento térmico de pre cocido que le brinda uniformidad a la malla, para luego ser expuesta a un baño de zinc por sumergencia en caliente o por métodos electrolíticos. Al recubrimiento con zinc se le denomina «galvanizado».

Los gaviones de alambres metálicos no deben utilizarse en áreas costeras. Para garantizar la calidad de la malla, se exige que el recubrimiento en Zinc del alambre galvanizado cumpla la norma A.S.T.M A - 90.

### a.2. Corrosión y abrasión

Los principales problemas de los alambres son:

- La corrosión de la malla, se presenta en obras de gaviones en contacto con aguas servidas, que contienen altos contenidos de sustancias químicamente corrosivas que atacan la malla del gavión, hasta el punto de destruirla.
- Conjuntamente con el proceso de corrosión, se presenta el problema del desgaste por abrasión, debida a la acción de corrientes de agua que transportan sedimentos.

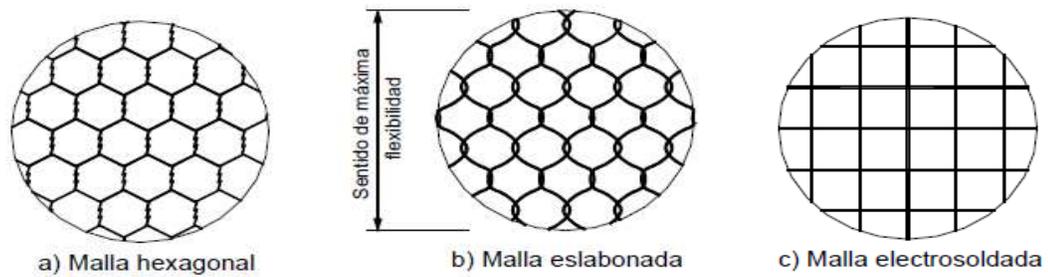
### a.3. Protección contra la corrosión y abrasión

Los alambres y mallas pueden protegerse contra la corrosión así:

- Por el proceso de galvanizado.
- Recubrimiento con asfalto.
- Recubrimiento con P.V.C.

## b. Las Mallas

Se emplean tres tipos de malla (figura 17).

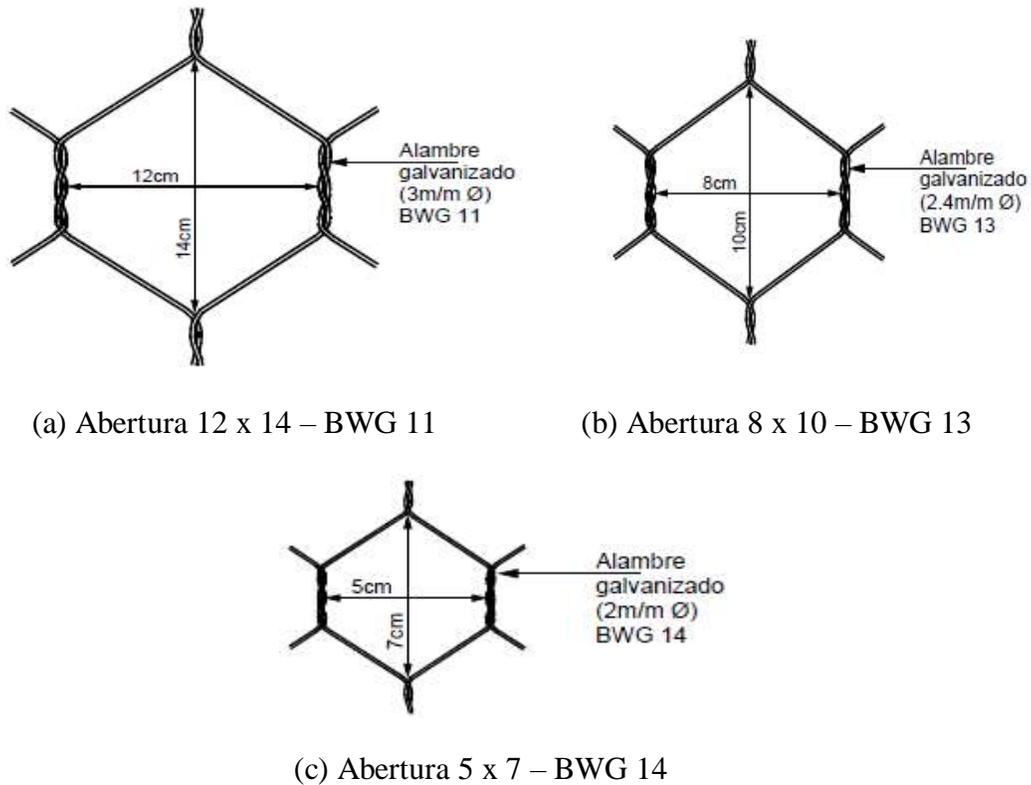


**Figura 17.**Tipos de mallas utilizadas para gaviones.

Fuente: <https://es.scribd.com/document/90514453/269-capitulo7-losGaviones>.

### b.1. Malla hexagonal o de torsión

Las dimensiones de la malla se indican por su abertura, la que incluye el ancho entre los entorchados paralelos y la altura entre entorchados colineales. El grosor del alambre varía según las dimensiones de las mallas aumentando proporcionalmente con estas. Para este tipo de gaviones se emplean generalmente calibres del 12 al 15 y dimensiones de 12 x 14 y 8 x 10 centímetros según el tipo de la caja.



**Figura 18.** Escuadrías típicas de mallas hexagonales.

Fuente: <https://es.scribd.com/document/90514453/269-capitulo7-losGaviones>.

## b.2. Malla de eslabonado simple

Este tipo de malla no presenta unión rígida entre los alambres, obteniéndose una mayor flexibilidad que permite el desplazamiento relativo de los alambres. Su empleo en Europa se utiliza en obras de ríos con gran socavación hidráulica, empleando alambres de 3 mm de diámetro. Su uso en Colombia se limita por lo general a alambres de diámetros de 10 mm a 12 mm.

### b.3. Malla eléctrosoldada

La malla eléctrosoldada posee más rigidez que las eslabonadas y las hexagonales y su conformación se hace en cuadrículas de igual espaciamiento en ambas direcciones.

Sus características dependen del proceso de soldadura y especialmente del control de la temperatura en el proceso de su fabricación. Además la desaparición del Zinc en los puntos de soldado los hace sensibles a la corrosión en las uniones. Para garantizar una soldadura eficiente se recomienda la exigencia de la norma A.S.T.M A185.

### c. Las unidades de gaviones

Se presentan tres tipos generales:

#### c.1. Gaviones para muros

Son unidades de gaviones con ancho 1.00 m, altura entre 0.30 y 1.00 m, largo entre 1.50 y 4.00 m, usados en la construcción de muros.

Para su construcción se utilizan mallas:

- De triple torsión, de calibres 11 a 13 y aberturas o escuadrías 8x10 cm a 10x12 cm respectivamente.
- Eléctrosoldadas, calibres 10 o 12 con aberturas de 10 y 7.5 cm respectivamente.

#### c.2. Colchonetas

Son unidades de gran ancho (2 a 4 m), alturas entre 0.15 y 0.30 m y largo entre 3 y 6 m, utilizados para la construcción de revestimientos de canales y orillas de ríos. Para su construcción se utilizan mallas:

- De triple torsión, de calibres 12 a 14 y aberturas de 5 x 7 cm y 6 x 8 cm.
- Eléctrosoldadas, calibres 10 o 12 con aberturas de 10 x 5 cm y 7.5 x 3.8 cm respectivamente.

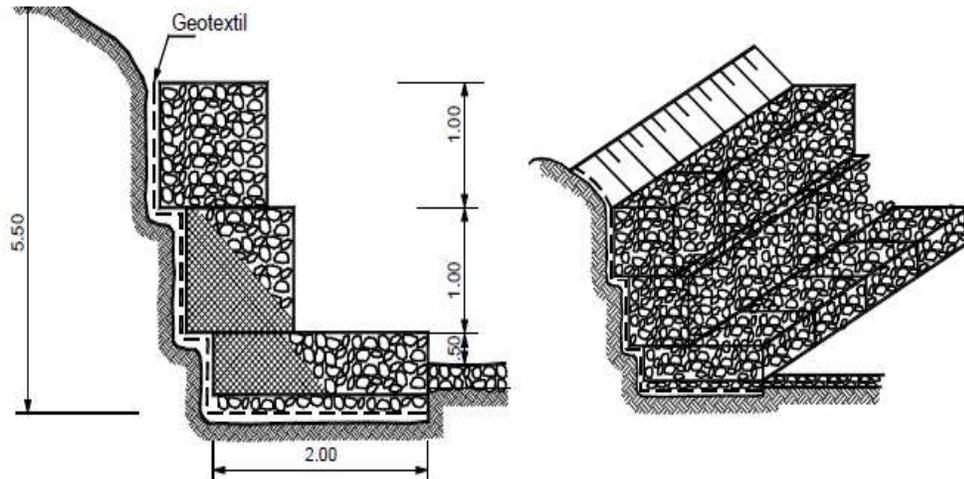
### c.3. Gaviones cilíndricos

Son cestas de forma cilíndrica, los cuales son rellenas con piedras o cantos rodados y se transportan para colocarlos generalmente en ríos y cuerpos de agua. La malla puede ser de alambre galvanizado o de nylon.

### MUROS EN GAVIONES

Los muros en gaviones son estructuras de gravedad y debe tenerse en cuenta su amarre entre unidades de gaviones para evitar el movimiento de las unidades aisladas y poder garantizar que el muro sea monolítico. Por su flexibilidad el muro de gaviones puede deformarse fácilmente debido a las presiones, diferenciándose así su comportamiento frente a los muros convencionales. La diversidad del empleo de las mallas, permite escoger un rango de rigidez o flexibilidad en el muro así:

- Si se desea un muro rígido debe emplearse malla eléctrosoldada y rellenar el gavión de cantos rodados grandes y angulosos, colocando una gran cantidad de tirantes de rigidez.
- La malla de doble o triple torsión permite mayor flexibilidad que la malla eléctrosoldada, igualmente el uso de cantos rodados provoca una mayor deformación de la estructura del muro.
- Las mallas eslabonadas simples no deben utilizarse cuando se requiere que el muro no sufra deformaciones.



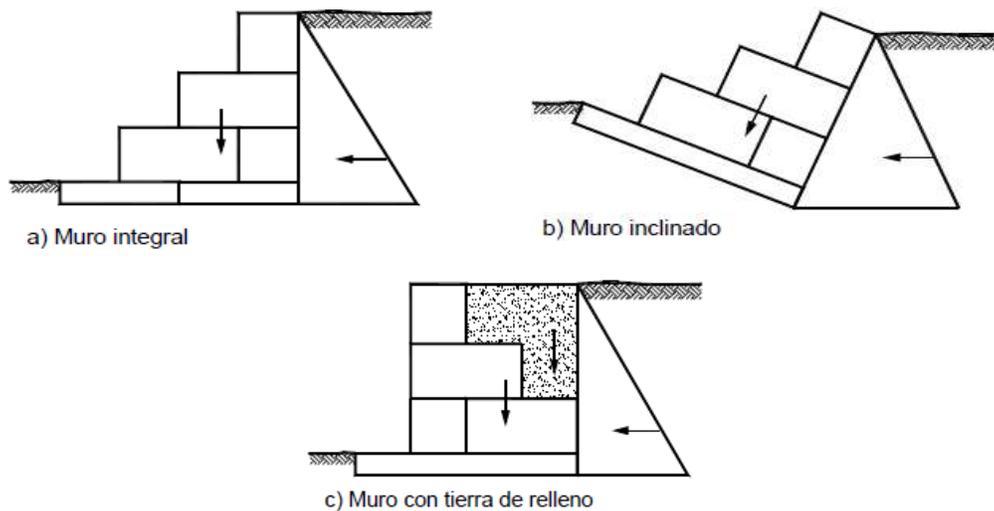
**Figura 19.** Muros en gaviones.

Fuente: <https://es.scribd.com/document/90514453/269-capitulo7-losGaviones>.

Tipos de muros gavi3n:

Los muros en gaviones funcionan como muros de gravedad y se dise1an de acuerdo a las pautas de la mec1nica de suelos para muros.

Para efectos de dise1o, se tendr1n en cuenta tres tipos de muro:



**Figura 20.** Esquemas generales de tipos de muro.

Fuente: <https://es.scribd.com/document/90514453/269-capitulo7-losGaviones>.

a. Muro integral en gaviones

En este caso la única fuerza de gravedad resistente es el peso propio de los gaviones.

b. Muro inclinado

En los muros inclinados el momento que genera la fuerza de gravedad es mayor en contra del sentido de la rotación del movimiento, lo que aporta adicionalmente a la estabilidad del muro.

c. Muro con tierra de relleno

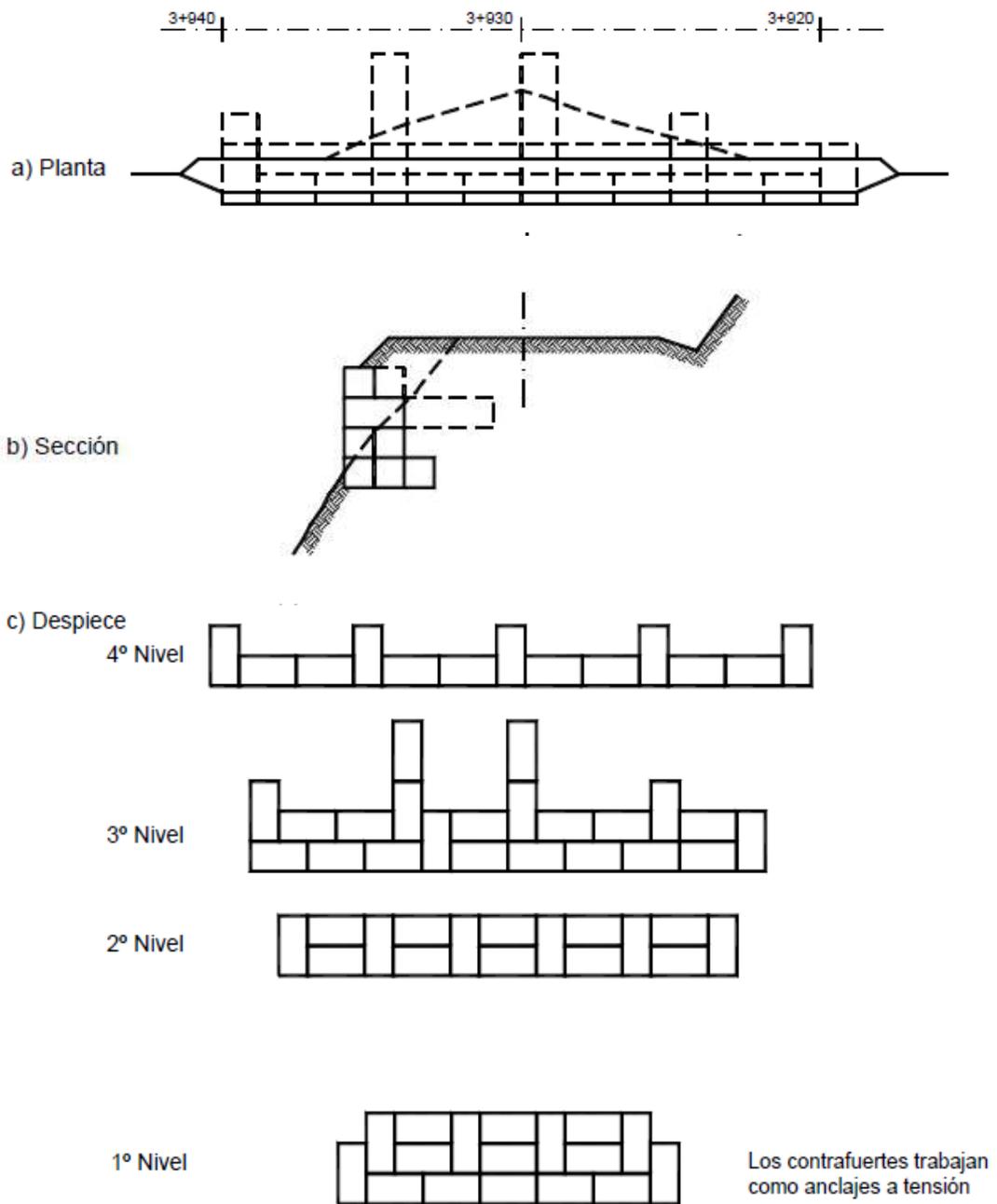
En este tipo de muro se incluye una fuerza adicional que aporta el peso del relleno sobre él.

d. Muro de recubrimiento

Los gaviones actúan como estructuras de confinamiento y la estabilidad es aportada por el peso de los gaviones y el suelo. Este tipo de muro requiere que el talud sea totalmente estable.

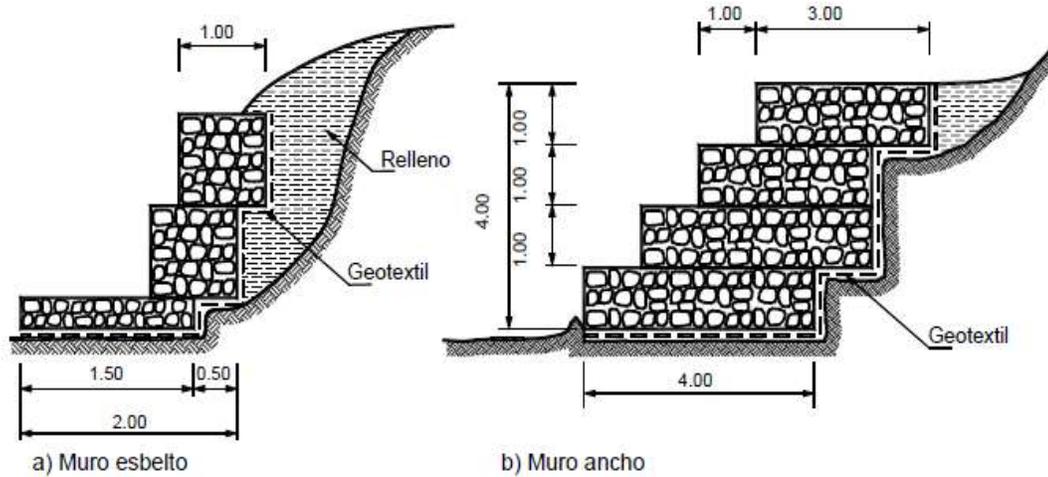
e. Muro de tierra reforzada (tipo Terramesh)

Este tipo de muro se construye una pantalla en gaviones rellenos de piedra o canto rodados, y el relleno detrás del muro se refuerza utilizando la misma malla del gavión. El sistema Terramesh es una marca registrada por la empresa MacCaferri.



**Figura 21.** Muros en gaviones con contrafuertes.

Fuente: <https://es.scribd.com/document/90514453/269-capitulo7-losGaviones>.



**Figura 22.** Diseños típicos de muros en gaviones.

Fuente: <https://es.scribd.com/document/90514453/269-capitulo7-losGaviones>.

#### Ventajas:

- Presenta una buena adaptabilidad a diversas condiciones, de fácil construcción e instalación.
- Usadas como presas filtrantes, que permiten el flujo de las corrientes.
- El conjunto de cestas de gavión forman una estructura que posee resistencia al volteo y al deslizamiento.
- Controlan eficientemente la socavación en los lechos de ríos.
- Los costos son bajos comparados con las estructuras de mampostería.
- Poseen buena eficiencia y durabilidad, mayor a 5 años.

#### Usos:

- En muros de contención, los gaviones se usan para mantener la fuerza del empuje del suelo y como defensa ribereña en lechos de ríos.

- En conservación de suelos, evita la erosión de las riberas del río, previniendo la pérdida de grandes superficies de suelos fértiles.
- En control de ríos, las estructuras de gaviones conservan el cauce del río, evita la erosión, transporte de sedimentos, derrumbamientos de las riberas en los ríos, además del control de las crecientes, protegiendo poblaciones y valles contra las inundaciones.

## INDICADORES DE ESTUDIO

Indicadores:

- Fuerza sísmica.
- Empuje pasivo.
- Empuje activo.
- Factor de seguridad al volteo.
- Factor de seguridad al deslizamiento.
- Ubicación de la resultante.
- Calculo de la excentricidad.
- Estabilidad por capacidad portante.
- Presión máxima.
- Presión mínima.

En la presente investigación se formuló la siguiente hipótesis, Si se realiza el análisis sísmico comparado, entre los dos tipos de muros de contención gaviones, entonces se determinaría un muro que cumpla con los criterios técnicos, deteniendo los deslizamientos de material de derrubio sobre la vía.

El objetivo general del presente estudio es: Determinar el análisis sísmico comparado entre dos tipos de muros de contención gaviones, comprendido en la carretera Pallasca Km 1+160. Y como objetivos específicos:

- Determinar las dimensiones y ubicación de los muros de contención gaviones, a través de cotas y coordenadas Este y Norte en el sistema U.T.M, en zona de estudio.
- Determinar la capacidad admisible del suelo, mediante los estudios de contenido de humedad, análisis granulométrico, corte directo, pesos máximos y mínimos, con fines de cimentación para muros de contención gaviones.
- Determinar las características mecánica, física y química de las rocas de zona de estudio, con fines de construcción para muros de contención gaviones.
- Determinar el diseño sísmico estructural, de los dos tipos de muros de contención gaviones de tipo 1, 10.50 m de altura y tipo 2, 7.50 m de altura analizando la estabilidad, empuje del suelo, fuerza sísmica y demás parámetros de los elementos que componen cada tipo muro gavión.
- Comparar los análisis sísmicos, de los dos tipos de muros de contención gaviones de tipo 1, 10.50 m de altura y tipo 2, 7.50 m de altura con interpretación estadística.

## II.

## METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo** : La investigación que se realiza es Investigación Descriptiva.

**Diseño** : No experimental – transversal.

M → O

Dónde:

**M** : Muestra tipos de muros gaviones.

**O** : Observación del análisis comparado.

### 2.2. Población y muestra

**Población.** La investigación está enmarcada en la provincia de Pallasca, población correspondiente a la carretera Pallasca, donde se analizarán dos tipos de muros gaviones de tipo 1, 10.50 m de altura y tipo 2, 7.50 m de altura.

**Muestra.** La zona de deslizamiento de tierras en la carretera Pallasca km 1+160, la cual se ha tomado las muestras de suelo y piedras, además de las mediciones topográficas para los dos tipos de muros gaviones de tipo 1, 10.50 m de altura y tipo 2, 7.50 m de altura.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de investigación

La técnica usada es la recolección de datos, muestra de suelo, piedras (datos para mecánica de suelos), mediciones, coordenadas U.T.M. y toma de cotas del terreno (datos para topografía).

De acuerdo a los datos necesarios, los trabajos realizados de la zona fueron, determinar las dimensiones y ubicación de los dos tipos de muros gaviones de tipo 1, 10.50 m de altura y tipo 2, 7.50 m de altura y los ensayos de mecánica de suelos

en el laboratorio U.S.P., para saber la capacidad admisible del suelo, procesados en hojas de cálculo.

Los instrumentos de investigación realizados fueron, contenido de humedad, análisis granulométrico por tamizado, ensayo de corte directo, pesos máximos y mínimos, capacidad admisible del suelo, registro de excavación, gravedad específica y absorción de roca arenisca, resistencia a la abrasión, durabilidad con sulfato de magnesio, los cuales utilizaron los equipos de serie de tamices estándar, balanzas electrónicas, equipo de corte directo, formatos de mecánica de suelos con fines de cimentación, para muros de contención y bibliografías sobre diseños de muros gaviones, los cuales llevaron a la obtención de datos de la realidad y una vez recogidos se pasaron a la siguiente fase del procesamiento.

Como instrumento para analizar estos datos recolectados, se elaboraron graficas porcentuales que separaron las informaciones obtenidas.

#### **2.4. Procedimiento y análisis de la información**

##### **Fase 1: Descripción de las técnicas de recolección de datos para muros gaviones**

En esta primera fase, se comenzó por ubicar el lugar y espacio donde se llevó a cabo la presente investigación, se tomaron cotas de la zona, muestras de suelo y piedras, para procesar los resultados en hojas de cálculo excel, formatos del laboratorio de mecánica de suelos U.S.P., para muros gaviones.

##### **Fase 2: Predimensionamiento y cálculo de muros gaviones**

En esta fase, se procesó los resultados de los ensayos de suelos en hojas de cálculo, luego se procedió a predimensionar los dos tipos de muros gaviones de tipo 1, 10.50 m de altura y tipo 2, 7.50 m de altura, para finalmente verificar la estabilidad, empuje del suelo, deslizamiento, volteo y fuerza sísmica, viéndose también en interpretaciones estadísticas (gráfico de barras).

### **Fase 3: Comparación y análisis de resultados**

Se culminó, con la obtención de datos de resultados de los diseños analizados, llevando un registro de los mismos en tablas y graficas de barras, para finalmente obtener una determinación sísmica estructural, entre los dos tipos de muros gaviones de tipo 1, 10.50 m de altura y tipo 2, 7.50 m de altura.

### III.

### RESULTADOS

#### **DETERMINACIÓN DE DIMENSIONES Y UBICACIÓN DE MUROS GAVIONES A TRAVÉS DE COTAS Y COORDENADAS U.T.M, EN ZONA DE ESTUDIO**

Se realizó la identificación de cotas, coordenadas Este y Norte en el sistema U.T.M. en zona de estudio (carretera Pallasca km 1+160), resultando accidentado con niveles desde 495.00 m.s.n.m. hasta 560.00 m.s.n.m, en un plano de carretera de 368.017 m, tomando puntos en ladera, pista, alcantarillas, postes de luz, calicatas y borde del río Tablachaca, donde se realizó 2 B.M.s. con 2 estaciones respectivamente, utilizando el equipo estación total, 1 prisma con jalón y 1 G.P.S. Y las dimensiones y ubicación de los dos tipos de muros de contención gaviones, localizados en las dos zonas críticas de la carretera serán: tipo 1, 10.50 m de altura con base 9.00 m, en la progresiva 0+990 - 1+010 y el tipo 2, 7.50 m de altura con base 6.00 m, en la progresiva 1+040 - 1+170. (Ver Anexo N° 1).



*Figura 23.* Toma de cotas en ladera de cerro.

- Tiempo de Chimbote a Carretera Pallasca (zona de estudio): 1 hora 30 min.
- Distancia: 76+220 km.

### **DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO, MEDIANTE ESTUDIOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA MUROS GAVIONES**

Se realizó los estudios respectivos con fines de cimentación para muros de contención gaviones, los cuales obtuvieron como resultados lo siguiente. (Ver Anexo N° 2).

Datos obtenidos en, Laboratorio de la Universidad San Pedro:

#### **Suelo:**

- Clasificación A.A.S.H.T.O.: Excelente a bueno como sub grado A-1-b fragmentos de roca, grava y arena.
- Clasificación S.U.C.S.: Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio. Arena mal graduada con grava SP (No presenta plasticidad).
- Contenido de Humedad
  - Muestra 1: 1.51%.
  - Muestra 2: 0.83%.
- Esfuerzo permisible del terreno  $\sigma_t$  : 2.83 kg/cm<sup>2</sup>
- Peso específico del material de relleno  $\gamma_s$  : 1,807 kg/m<sup>3</sup>
- 1<sup>er</sup> Ángulo de fricción interna del material de relleno  $\phi$  : 29.80°
- 2<sup>do</sup> Ángulo de fricción interna del material de relleno  $\phi$  : 30.31°
- Ángulo del talud de corte : 15.00°

## **DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICA, FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS ROCAS DE ZONA DE ESTUDIO, CON FINES DE CONSTRUCCIÓN PARA MUROS GAVIONES**

Se realizó los estudios respectivos para la roca, con fin de emplearse en los muros gaviones planteados, los cuales obtuvieron como resultados, lo siguiente. (Ver Anexo N° 2).

Datos obtenidos en, Laboratorio de la Universidad San Pedro:

### **Piedra:**

- Clasificación : Roca tipo Sedimentaria.  
Arenisca cuarzosa.
- Peso específico de piedra  $\gamma_p$  : 2,660 kg/m<sup>3</sup>
- Resistencia a la Abrasión : 17.87 %
- Durabilidad con sulfato de magnesio : 0.475 %

## **DETERMINACIÓN DEL DISEÑO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE LOS DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES**

Se realizaron los análisis sísmicos de los dos tipos de muros gaviones, tomando como dato los ángulos de fricción interna del material de relleno 29.80° y 30.31°, para cada tipo muro gavión.

A continuación, se presentan los cuadros resumen de diseño sísmico para cada tipo muro gavión, respectivamente. (Ver Anexo N° 5).

**Tabla 5**

*Resumen de resultados obtenidos del diseño sísmico, de muro gavión tipo 1.*

| <b>Descripción</b>  | <b><math>\phi = 29.80^\circ</math></b> | <b><math>\phi = 30.31^\circ</math></b> |
|---|--|--|
| Empuje activo $H_a$   | 33.47 tn                               | 32.77 tn                               |
| Empuje pasivo $H_p$   | 6.05 tn                                | 6.18 tn                                |
| Empuje por sobrecarga $H_s$   | 4.94 tn                                | 4.84 tn                                |
| Coefficiente de fricción en la base $f$   | 0.573                                  | 0.585                                  |
| Empuje activo dinámico $E_{AE}$   | 41.41 tn                               | 40.80 tn                               |
| Diferencia de empujes $\Delta E_{AEh}$  | 2.46 tn                                | 2.45 tn                                |
| Altura resultante de empuje activo dinámico respecto a la base del muro $\bar{H}$ | 3.69 m                                 | 3.69 m                                 |
| Momento de volcamiento máximo $M_{AEh}$   | 132.58 tn.m                            | 129.96 tn.m                            |
| Sumatoria de fuerzas horizontales $\Sigma FH$                                     | 68.29 tn                               | 66.65 tn                               |
| Sumatoria de momentos actuantes $\Sigma M_a$                                      | 272.64 tn.m                            | 266.98 tn.m                            |
| Sumatoria de fuerzas verticales $\Sigma FV$                                       | 187.30 tn                              | 187.31 tn                              |
| Sumatoria de momentos resistentes $\Sigma M_r$                                    | 1,045.32 tn.m                          | 1,045.41 tn.m                          |
| Factor de seguridad al deslizamiento $F.S.D.$                                     | 1.57                                   | 1.64                                   |
| Factor de seguridad al volteo $F.S.V.$  | 3.83                                   | 3.92                                   |
| Ubicación de la resultante $X_o$  | 4.13 m                                 | 4.16 m                                 |
| Excentricidad $e$   | 0.37 m                                 | 0.34 m                                 |
| Capacidad admisible máxima del terreno de cimentación $q_{máx.}$                  | 2.59 kg/cm <sup>2</sup>                | 2.55 kg/cm <sup>2</sup>                |
| Capacidad admisible mínima del terreno de cimentación $q_{mín.}$                  | 1.57 kg/cm <sup>2</sup>                | 1.61 kg/cm <sup>2</sup>                |

Fuente: Elaboración propia del tesista.

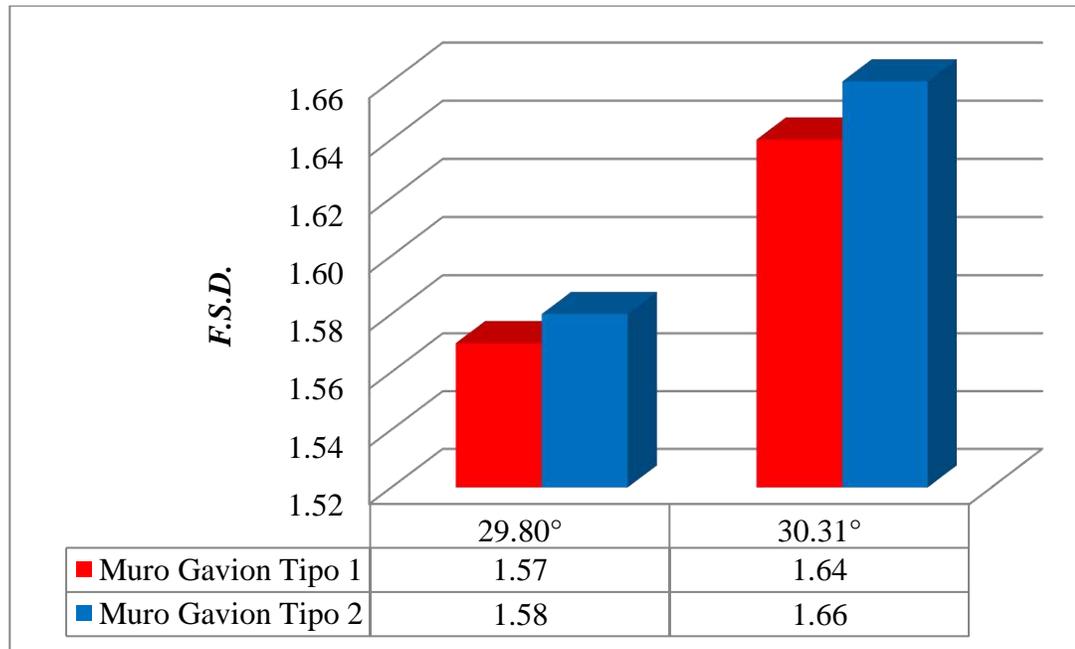
**Tabla 6**

*Resumen de resultados obtenidos del diseño sísmico, de muro gavión tipo 2.*

| <b>Descripción</b>  | <b><math>\phi = 29.80^\circ</math></b> | <b><math>\phi = 30.31^\circ</math></b> |
|---|--|--|
| Empuje activo $H_a$   | 17.08 tn                               | 16.72 tn                               |
| Empuje pasivo $H_p$   | 6.05 tn                                | 6.18 tn                                |
| Empuje por sobrecarga $H_s$   | 3.53 tn                                | 3.45 tn                                |
| Coefficiente de fricción en la base $f$   | 0.573                                  | 0.585                                  |
| Empuje activo dinámico $E_{AE}$   | 21.13 tn                               | 20.81 tn                               |
| Diferencia de empujes $\Delta E_{AEh}$  | 1.26 tn                                | 1.25 tn                                |
| Altura resultante de empuje activo dinámico respecto a la base del muro $\bar{H}$ | 2.64 m                                 | 2.64 m                                 |
| Momento de volcamiento máximo $M_{AEh}$   | 48.42 tn.m                             | 47.44 tn.m                             |
| Sumatoria de fuerzas horizontales $\Sigma FH$                                     | 32.90 tn                               | 31.96 tn                               |
| Sumatoria de momentos actuantes $\Sigma M_a$                                      | 101.33 tn.m                            | 99.09 tn.m                             |
| Sumatoria de fuerzas verticales $\Sigma FV$                                       | 90.69 tn                               | 90.69 tn                               |
| Sumatoria de momentos resistentes $\Sigma M_r$                                    | 339.67 tn.m                            | 339.67 tn.m                            |
| Factor de seguridad al deslizamiento $F.S.D.$                                     | 1.58                                   | 1.66                                   |
| Factor de seguridad al volteo $F.S.V.$  | 3.35                                   | 3.43                                   |
| Ubicación de la resultante $X_o$  | 2.63 m                                 | 2.65 m                                 |
| Excentricidad $e$   | 0.37 m                                 | 0.35 m                                 |
| Capacidad admisible máxima del terreno de cimentación $q_{máx.}$                  | 2.07 kg/cm <sup>2</sup>                | 2.04 kg/cm <sup>2</sup>                |
| Capacidad admisible mínima del terreno de cimentación $q_{mín.}$                  | 0.95 kg/cm <sup>2</sup>                | 0.98 kg/cm <sup>2</sup>                |

Fuente: Elaboración propia del tesista.

## COMPARACIÓN DE ANÁLISIS SÍSMICO DE LOS DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES CON INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA

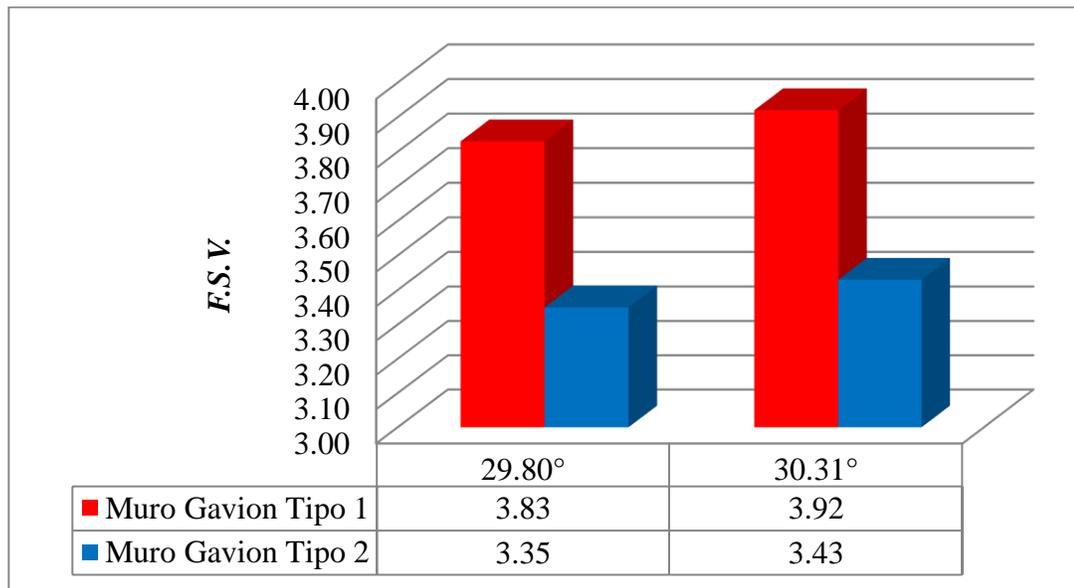


**Figura 24.** Comparación Factor de seguridad al deslizamiento, en muros gavión.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

### **Interpretación:**

En el gráfico 1, se observan los resultados de Factor de seguridad al deslizamiento para cada tipo muro gavión, obteniendo el mayor resultado de 1.66 en el muro gavión tipo 2 de altura 7.50 m, bajo el ángulo de fricción interna 30.31°.

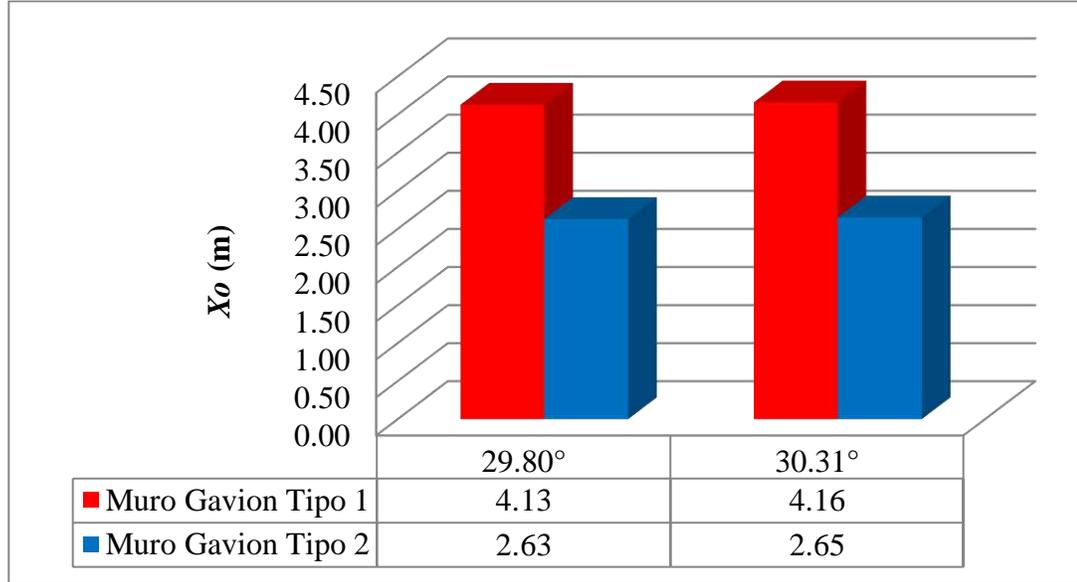


**Figura 25.** Comparación Factor de seguridad al volteo, en muros gavión.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

**Interpretación:**

En el gráfico 2, se observan los resultados de Factor de seguridad al volteo para cada tipo muro gavión, obteniendo el mayor resultado de 3.92 en el muro gavión tipo 1 de altura 10.50 m, bajo el ángulo de fricción interna 30.31°.

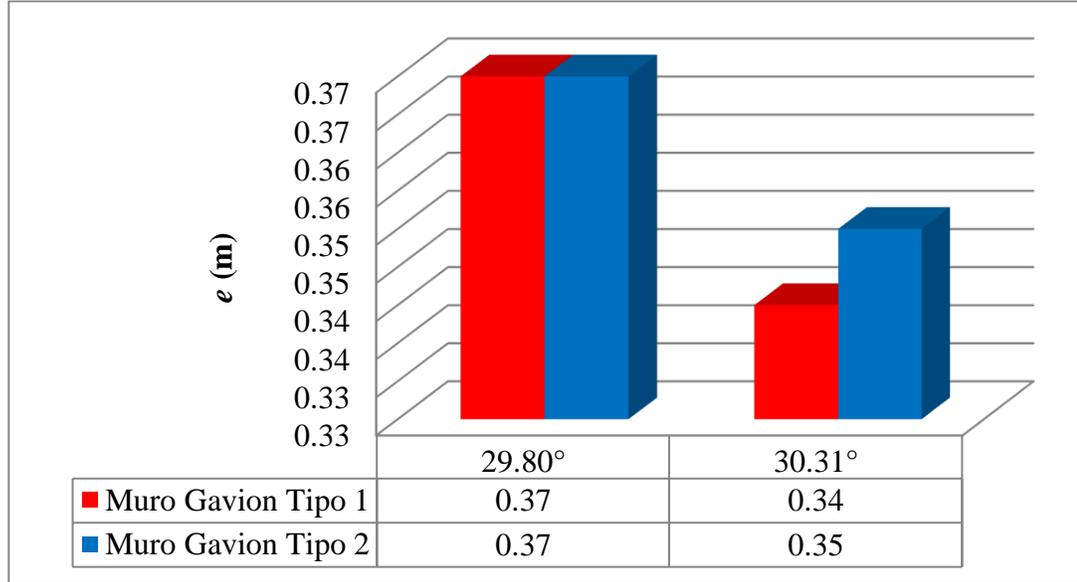


**Figura 26.** Comparación Ubicación de la resultante, en muros gavión.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

**Interpretación:**

En el gráfico 3, se observan los resultados de Ubicación de la resultante para cada tipo muro gavión, obteniendo el mayor resultado de 4.16 m en el muro gavión tipo 1 de altura 10.50 m, bajo el ángulo de fricción interna 30.31°.

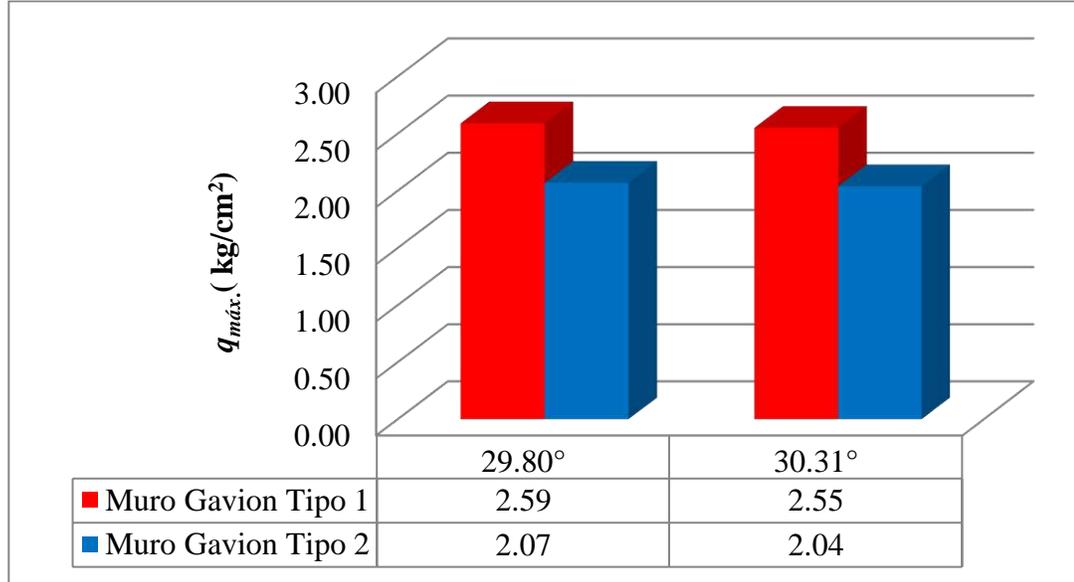


**Figura 27.** Comparación Excentricidad, en muros gavión.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

**Interpretación:**

En el gráfico 4, se observan los resultados de Excentricidad para cada tipo muro gavión, obteniendo el mayor resultado de 0.37 m en ambos muros gavión, bajo el ángulo de fricción interna 29.80°.

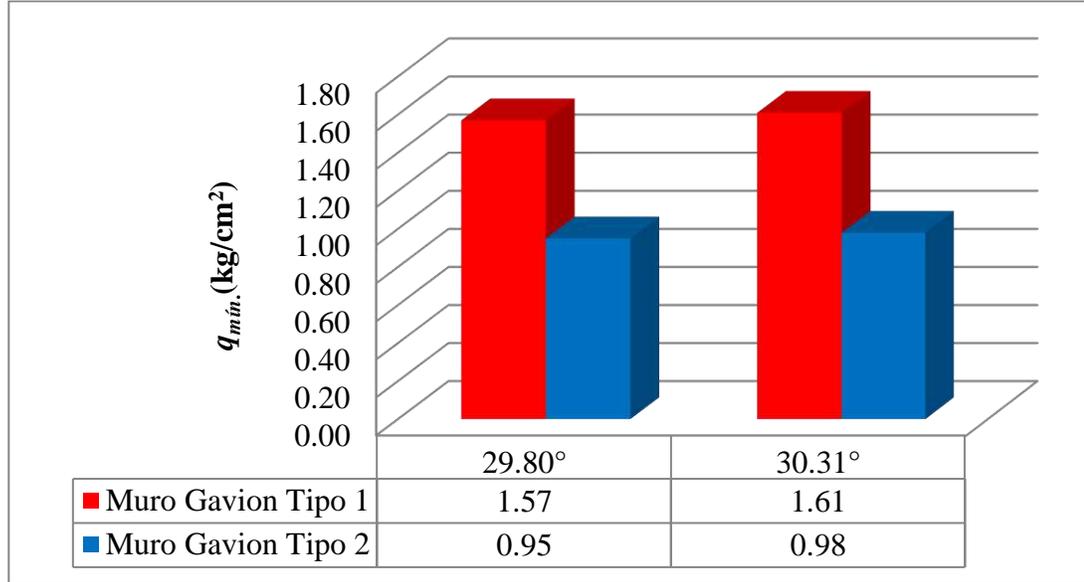


**Figura 28.** Comparación Capacidad admisible máxima del terreno de cimentación, en muros gavión.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

**Interpretación:**

En el gráfico 5, se observan los resultados de Capacidad admisible máxima del terreno de cimentación para cada tipo muro gavión, obteniendo el mayor resultado de 2.59 kg/cm<sup>2</sup> en el muro gavión tipo 1 de altura 10.50 m, bajo el ángulo de fricción interna 29.80°.



**Figura 29.** Comparación Capacidad admisible mínima del terreno de cimentación, en muros gavión.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

**Interpretación:**

En el gráfico 6, se observan los resultados de Capacidad admisible mínima del terreno de cimentación para cada tipo muro gavión, obteniendo el mayor resultado de 1.61 kg/cm<sup>2</sup> en el muro gavión tipo 1 de altura 10.50 m, bajo el ángulo de fricción interna 30.31°.

#### IV.

#### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Con referencia a la investigación antecedente de Villar. (2015), en su tesis titulada: "Comparación del Comportamiento Estructural de Muros de Contención en Voladizo y con Contrafuertes", concluyo:

- En los muros de contención en voladizo, se obtuvo:

El momento máximo contra el volteo (promedio) fue de 18.09, 48.34 y 104.78 tn.m en los muros de alturas 5, 7 y 9 m respectivamente. Así mismo en la presente tesis, se realizaron los cálculos de momento de volcamiento máximo, para el muro gavión tipo 1 de altura 10.50 m, bajo el ángulo de fricción interna  $30.31^\circ$  obtuvo un momento de 129.96 tn.m, y con el ángulo  $29.80^\circ$  obtuvo el momento de 132.58 tn.m, resultando ser este valor el mayor momento de volcamiento máximo, para el muro gavión tipo 1.

- En los muros de contención con contrafuertes, se obtuvo:

El momento máximo contra el volteo (promedio) fue de 3.71, 10.02 y 23.45 tn.m en los muros de alturas 5, 7 y 9 m respectivamente. Así mismo en la presente tesis, se realizaron los cálculos de momento de volcamiento máximo, para el muro gavión tipo 2 de altura 7.50 m, bajo el ángulo de fricción interna  $30.31^\circ$  obtuvo un momento de 47.44 tn.m, y con el ángulo  $29.80^\circ$  obtuvo el momento de 48.42 tn.m, resultando ser este valor el mayor momento de volcamiento máximo, para el muro gavión tipo 2.

- Los muros de contención con contrafuertes, poseen mejor comportamiento estructural a diferencia de los muros de contención tipo voladizo, obteniendo así mayor protección para salvaguardar las estructuras, ya que presentan valores menores frente a: esfuerzos internos, desplazamientos y momentos contra el volteo. Así mismo en la presente tesis, realizamos la comparación de presiones internas y momentos contra el volteo para los dos tipos de muros gaviones, donde el muro tipo 1 de altura 10.50 m, bajo el ángulo de fricción interna  $29.80^\circ$  presento como presión máxima  $2.59 \text{ kg/cm}^2$ , resultando superior en comparación a la presión de  $2.55 \text{ kg/cm}^2$ , bajo el ángulo de  $30.31^\circ$ . Respecto a la presión mínima, bajo el ángulo de fricción interna  $30.31^\circ$  presento  $1.61 \text{ kg/cm}^2$ , resultando superior en comparación a la presión de  $1.57 \text{ kg/cm}^2$ , bajo el ángulo de

29.80°. Y en los momentos de volcamiento máximo, utilizando el ángulo de fricción interna 30.31° obtuvo un momento de 129.96 tn.m, y con el ángulo 29.80° obtuvo el momento de 132.58 tn.m, resultando ser este valor el mayor momento de volcamiento máximo. Resultados superiores estables, frente al muro tipo 2 de altura 7.50 m.

- En la comparación de los parámetros analizados en los muros de contención tipo contrafuerte, frente a los muros de contención tipo voladizo, se obtuvo:

El momento máximo contra el volteo en los muros de alturas 5, 7 y 9 m, es menor en 78.68 %, 78.49 % y 76.79 % respectivamente. Así mismo en la presente tesis, realizamos la comparación del mismo parámetro, en el muro tipo 1 de altura 10.50 m, bajo el ángulo de fricción interna 30.31° resulto menor, frente al ángulo de 29.80° en un 98.02%. Y en el muro tipo 2 de altura 7.50 m, bajo el ángulo de fricción interna 30.31° resulto menor, frente al ángulo de 29.80° en un 97.97%.

- La utilización de los contrafuertes en muro de sostenimiento, mejora el comportamiento estructural, respecto al muro tipo voladizo, ya que los contrafuertes trabajan a flexo compresión. Así mismo en la presente tesis, en la utilización de cajas gavión para muros de contención, trabajan su estabilidad por gravedad es decir bajo su propio peso, vemos que el muro gavión tipo 1 de altura 10.50 m, es superior su estabilidad frente al muro gavión tipo 2 de altura 7.50 m, ya que está conformado de más cajas gavión en su muro y base, lo cual aumenta su estabilidad.

Sobre la investigación antecedente de Bernuy, & Bueno. (2015), en su tesis denominada: “Estabilización de Ladera con Muros de Contención y Estudio de Impacto Ambiental para la Protección de Viviendas en el Barrio de San Isidro del Distrito de San Marcos – Huari, Ancash”, concluyeron:

- Se realizó los estudios de topografía en la zona urbana, siendo esta semiplano de pendientes moderadas en el sentido sur que varían de 3 % a 4 % manteniendo la pendiente de los ríos circundantes, la pendiente de Este a Oeste es de 1 % culminando en un barranco de profundidad de 20 m, hacia el río Mosna. Así mismo en la presente tesis,

se realizó el estudio de topografía en la carretera Pallasca km 1+160, resultando accidentado con niveles desde 495.00 m.s.n.m. hasta 560.00 m.s.n.m, en un plano de carretera de 368.017 m, tomando puntos en ladera, pista, alcantarillas, postes de luz, calicatas y borde del río Tablachaca, donde se realizó 2 B.M.s con 2 estaciones respectivamente, utilizando el equipo estación total, 1 prisma con jalón y 1 G.P.S.

- El área geológica de la zona del distrito de San Marcos abunda material semirocoso, con una capa de conglomerado de profundidad entre 1.00 a 2.00 m. En la cuenca media del lugar abunda el terreno con zonas rocosas y terrenos de cultivos: tubérculos, cereales, pastizales y arborización. Así mismo en la presente tesis, el área geológica de la zona de estudio (carretera Pallasca km 1+160) abunda el material rocoso suelto, donde en el registro de excavación se caracterizó como arena mal graduada con grava pequeñas y hasta grava de 2" a 6" de color beige claro, en estado semi seco a seco y de compacidad media (no presenta plasticidad).

- Se ejecutó una calicata, clasificándose según S.U.C.S., suelos tipo GC – GM. Por la teoría de Terzaghi, la presión admisible del terreno para el diseño, arrojo el valor de  $q_{adm} = 1.67 \text{ kg/cm}^2$ . Así mismo en la presente tesis, se realizó dos calicatas en la carretera Pallasca km 1+160, clasificándose según S.U.C.S., suelo de partículas gruesas, suelo limpio, arena mal graduada con grava SP (no presenta plasticidad). Y por la teoría de Terzaghi, la capacidad admisible del terreno de cimentación para los diseños, arrojo el valor de  $q_{adm} = 2.83 \text{ kg/cm}^2$ .

- Se determinó los criterios para el diseño de los muros de sostenimiento. Existen teorías para el cálculo del empuje activo, en las que destacan las teorías de Coulomb y Rankine. Así mismo en la presente tesis, se determinó el diseño de los dos tipos de muros gaviones, donde se aplicó para el cálculo la teoría de Rankine la cual es válida solo para suelos granulares, conforme al tipo de suelo de zona estudiada (carretera Pallasca km 1+160).

- Se realizó el diseño estructural de los muros de sostenimiento para las alturas 3 m, 3.5 m, 4 m, 5 m y 8 m, según ubicación de viviendas, como se ilustran en planos. Así mismo en la presente tesis, se realizó los diseños estructurales sísmicos de los dos tipos de

muros gaviones, de alturas 10.50 m y 7.50 m según las mediciones, coordenadas y toma de cotas de la zona, tales como se ilustran en los cálculos y planos. (Ver Anexo N° 5 y N° 8).

Respecto a la investigación antecedente de Dávila, & Morales. (2015), en su tesis titulada: “Estudio Técnico - Económico comparativo entre Muro de Concreto Armado y Muro Terramesh, para la localidad de P.T. Pueblo Libre, Distrito Uchumayo, Provincia Arequipa, Dpto. Arequipa”, concluyeron:

- Se realizaron los estudios de mecánica de suelos, que arrojó un peso específico de relleno 1.21 tn/m<sup>3</sup>, con un ángulo de fricción interna de 24.62°, para los diseños de los muros de sostenimiento de Concreto Armado y Terramesh System. Así mismo en la presente tesis, se realizó el mismo estudio, el cual arrojó un peso específico de material de relleno 1.807 tn/m<sup>3</sup>, con dos ángulos de fricción interna del material de relleno de 29.80° y 30.31°, para los diseños de los dos tipos de muros gaviones.

- En el diseño del Muro de Contención de concreto Armado el Factor de seguridad al deslizamiento encontrado fue de 1.67, mientras que en el diseño del muro con Terramesh System fue de 2.01, siendo este último el más seguro y estable para su construcción. Asimismo en la presente tesis, el Factor de seguridad al deslizamiento en el muro tipo 1 de altura 10.50 m, bajo el ángulo de fricción interna 30.31° obtuvo 1.64, resultando superior en comparación a 1.57, bajo el ángulo de 29.80°. Mientras que en el muro tipo 2 de altura 7.50 m, bajo el ángulo de fricción interna 30.31° obtuvo 1.66, resultando superior en comparación a 1.58, bajo el ángulo de 29.80°. Por consiguiente se concluye que el muro gavión tipo 1, es más estable al deslizamiento, debido a que está conformado de más cajas gavión en su muro y base, lo cual aumenta su estabilidad.

- En el diseño del Muro de Contención de concreto Armado el Factor de seguridad al volteo encontrado fue de 3.12, mientras que el diseño de muro con el Terramesh System fue de 4.82, siendo este último el más seguro y estable para su construcción. Asimismo en la presente tesis, el Factor de seguridad al volteo en el muro tipo 1 de altura 10.50 m, bajo el ángulo de fricción interna 30.31° obtuvo 3.92, resultando superior en

comparación a 3.83, bajo el ángulo de  $29.80^\circ$ . Mientras que en el muro tipo 2 de altura 7.50 m, bajo el ángulo de fricción interna  $30.31^\circ$  obtuvo 3.43, resultando superior en comparación a 3.35, bajo el ángulo de  $29.80^\circ$ . Por consiguiente se concluye que el muro gavión tipo 1, es más estable al volteo, debido a que está conformado de más cajas gavión en su muro y base, lo cual aumenta su estabilidad.

La investigación antecedente de Ballón, & Echenique. (2017), en su tesis titulada: “Análisis de estabilidad de muros de contención de acuerdo a las zonas sísmicas del Perú”; tuvo como objetivo determinar la respuesta sísmica de muros de contención en voladizo en cada zona sísmica del Perú. Investigación que concuerda con la presente tesis, en la isoaceleración de 0.35 (factor de zona), usado en los dos tipos de muros gaviones de tipo 1, 10.50 m de altura y tipo 2, 7.50 m de altura. Asimismo, coincide con el análisis dinámico para el cálculo de la fuerza, por el método pseudo estático de Mononobe Okabe. Concluyéndose y se está de acuerdo con la presente investigación, que el método de Mononobe Okabe es el método más representativo para la determinación de una mayor fuerza sísmica, la cual se sustenta, ya que la zona de estudio (carretera Pallasca km 1+160), es una zona de alta sismicidad.

## V.

## CONCLUSIONES

- Se concluyó que las dimensiones y ubicación de los dos tipos de muros de contención gaviones, localizados en las dos zonas críticas de la carretera serán: tipo 1, 10.50 m de altura con base 9.00 m, en la progresiva 0+990 - 1+010 y el tipo 2, 7.50 m de altura con base 6.00 m, en la progresiva 1+040 - 1+170. Y que la zona de estudio (carretera Pallasca km 1+160), resulto accidentado con niveles desde 495.00 m.s.n.m hasta 560.00 m.s.n.m, en un plano de carretera de 368.017 m, tomando puntos en ladera, pista, alcantarillas, postes de luz, calicatas y borde del río Tablachaca, donde se realizó 2 B.M.s con 2 estaciones respectivamente, utilizando el equipo estación total, 1 prisma con jalón y 1 G.P.S.
  
- Se concluyó que la capacidad admisible del suelo obtuvo 2.83 kg/cm<sup>2</sup>, valor obtenido mediante estudios con fines de cimentación, los cuales resultaron en clasificación A.A.S.H.T.O, excelente a bueno como sub grado A-1-b fragmentos de roca, grava y arena. En clasificación S.U.C.S, suelo de partículas gruesas, suelo limpio, arena mal graduada con grava SP (no presenta plasticidad), peso específico de material de relleno 1,807 kg/m<sup>3</sup> y dos ángulos de fricción interna del material de relleno 29.80° y 30.31°.
  
- Se concluyó que las características mecánica, física y química de las rocas de zona de estudio, con fines de construcción obtuvo un peso específico de piedra 2,660 kg/m<sup>3</sup>, resistencia a la abrasión 17.87 % (no excede el 40 % de desgaste, para ser mala piedra) y durabilidad con sulfato de magnesio 0.475 % (no excede el 18 % de perdida al ataque, para no ser optimo), concluyéndose que la piedra cumple con los requerimientos y es apta para ser trabajada en muros gaviones.

- Se concluyó que en los diseños sísmicos estructurales, de los dos tipos de muros gaviones de tipo 1, 10.50 m de altura y tipo 2, 7.50 m de altura analizando la estabilidad, empuje del suelo, fuerza sísmica y demás parámetros que componen cada tipo muro gavión. En el muro gavión tipo 1, con el ángulo  $29.80^\circ$  obtuvo:  $F.S.D.=1.57$ ,  $F.S.V.=3.83$ ,  $X_O=4.13$  m,  $e=0.37$  m,  $q_{máx}=2.59$  kg/cm<sup>2</sup>,  $q_{mín}=1.57$  kg/cm<sup>2</sup>, y con el ángulo  $30.31^\circ$  obtuvo:  $F.S.D.=1.64$ ,  $F.S.V.=3.92$ ,  $X_O=4.16$  m,  $e=0.34$  m,  $q_{máx}=2.55$  kg/cm<sup>2</sup>,  $q_{mín}=1.61$  kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Y en el muro gavión tipo 2, con el ángulo  $29.80^\circ$  obtuvo:  $F.S.D.=1.58$ ,  $F.S.V.=3.35$ ,  $X_O=2.63$  m,  $e=0.37$  m,  $q_{máx}=2.07$  kg/cm<sup>2</sup>,  $q_{mín}=0.95$ kg/cm<sup>2</sup>, y con el ángulo  $30.31^\circ$  obtuvo:  $F.S.D.=1.66$ ,  $F.S.V.=3.43$ ,  $X_O=2.65$  m,  $e=0.35$  m,  $q_{máx}=2.04$ kg/cm<sup>2</sup>,  $q_{mín}=0.98$  kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.
  
- Se concluyó que al comparar el muro gavión tipo 1, bajo el ángulo de fricción interna  $30.31^\circ$ , arrojó mayores resultados en cuanto a los factores de seguridad a la estabilidad por deslizamiento y volteo, frente al ángulo de fricción interna  $29.80^\circ$ . Al comparar el muro gavión tipo 2, bajo el ángulo de fricción interna  $30.31^\circ$  arrojó mayores resultados en cuanto a los factores seguridad a la estabilidad por deslizamiento y volteo, frente al ángulo de fricción interna  $29.80^\circ$ . En conclusión el muro gavión tipo 1 de altura 10.50 m, conformado por 42 cajas gavión en su sección transversal, presenta mayores cargas estáticas, cargas dinámicas y factores de seguridad a la estabilidad superiores, en comparación al muro gavión tipo 2 de altura 7.50 m, conformado por 20 cajas gavión en su sección transversal.

## VI.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda para la estación total y G.P.S., la revisión, verificación, mantenimiento y calibración para obtención de resultados veraces.
- Se recomienda tanto para el material de relleno (suelo) y piedra, estén los equipos limpios y calibrados para resultados veraces, además de llevar la toma de datos en forma limpia y ordenada.
- Se recomienda que para el diseño sísmico estructural, de los dos tipos de muros gaviones se realice y obtenga los datos de topografía, suelos y piedra, con conformidad para el buen cálculo y análisis de dichos muros gaviones.
- Se recomienda para los dos tipos de muros gaviones, el cumplimiento de requerimientos y normas técnicas para el diseño.
- Se recomienda que en este tipo de trabajo de investigación, se realice también considerando más de dos muestras (muros), para poder hacer una inferencia o validez estadística de los resultados.
- Se recomienda investigar otros tipos de diseños de muros de contención, en comparación a los muros gaviones, para la estabilización del talud en carretera Pallasca km 1+160.

## VII.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernuy, R.L., & Bueno, A. (2015). *Estabilización de Ladera con Muros de Contención y Estudio de Impacto Ambiental para la Protección de Viviendas en el Barrio de San Isidro del Distrito de San Marcos – Huari, Ancash*. Tesis para optar el título de Ingeniero civil. Universidad Privada Antenor Orrego, La Libertad, Perú. Recuperado de [repositorio.upao.edu.pe](http://repositorio.upao.edu.pe).

Ballón, A., & Echenique, J. (2017). *Análisis de estabilidad de muros de contención de acuerdo a las zonas sísmicas del Perú*. Tesis para optar el título de Ingeniero civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Recuperado de [repositorioacademico.upc.edu.pe](http://repositorioacademico.upc.edu.pe).

Dávila, I., & Morales, E. (2015). *Estudio Técnico - Económico comparativo entre Muro de Concreto Armado y Muro Terramesh, para la localidad de P.T. Pueblo Libre, Distrito Uchumayo, Provincia Arequipa, Dpto. Arequipa*. Tesis para optar el título de Ingeniero civil. Universidad Nacional del Santa, Ancash, Perú. Recuperado de <https://www.uns.edu.pe/#/biblioteca/repositorio-institucional>.

Guevara, M., & Zambrano, S. (2009). Muros de contención -Cimentaciones Superficiales - Provisiones del Código A.C.I-08. *Muros de contención*. Guayaquil, Ecuador: Editorial Universidad de Guayaquil.

Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado, 3ra edición*. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

Instituto de la Construcción y Gerencia. (2019). *Manual de la Construcción*.

Morales, R. (2002). *Diseño en Concreto Armado, 1era edición*. Lima, Perú: Editorial I.C.G.

Norma A.S.T.M. A-90. Alambres Galvanizados. *Proceso de galvanizado*.

Norma A.S.T.M. A-185. Las mallas. *Malla Electro soldada*.

Rankine, W. (1857). En la estabilidad de la tierra suelta. *Transacciones filosóficas de la Real Sociedad de Londres, Vol.(147)*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/295803737/4-2-Teoria-Rankine>.

R.N.E. Norma Técnica E.030. (2018). Diseño Sismorresistente. *Peligro Sísmico - Zonificación*. Recuperado de <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>.

R.N.E. Norma Técnica E.030. (2018). Diseño Sismorresistente. *Zonificación Sísmica*. Recuperado de <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>.

- R.N.E. Norma Técnica E.050. (2018). Suelos y Cimentaciones. *Cimentaciones Superficiales - Cimentaciones superficiales en taludes*. Recuperado de <http://ww3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/rne/t%20c3%20adtulo%20iii%20edificaciones/53%20e.050%20suelos%20y%20cimentaciones.pdf>.
- Terán, R. (1998). Escuela superior de administración de aguas "charles sutton". *Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas*. Lima, Perú: Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana S.A.
- Vallecilla, C.R. (2006). *Manual de Puentes en Concreto Reforzado, 1era edición*. Bogotá, Colombia: Editorial Bauen.
- Villar, H.A. (2015). *Comparación del Comportamiento Estructural de Muros de Contención en Voladizo y con Contrafuertes*. Tesis para optar el título de Ingeniero civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/380/T%20721.2%20V719%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a dios, ya que sin el nada es posible en la vida, por darme salud y bienestar a mí y mi familia siempre, además de su manto protector para protegerme y a la vez guiarme en todo reto que me ponga la vida.

A mis padres, por estar siempre apoyándome, confiando en mí y dándome alientos de superación todos los días.

A mi hermano Daniel, por darme aliento y ganas de ser una mejor estudiante y futura profesional cada día.

A mi hermano Robert, gracias por su cariño, bondad, responsabilidad y modelo de superación, para ser mejores profesionales cada día.

A mi Asesor Rogelio Castañeda Gamboa, gracias por sus conocimientos y guías en el tiempo dedicado al desarrollo de esta tesis.

## **DEDICATORIA**

A Dios,

Por su apoyo infinito, por ser el guía de nuestros pasos y sabio consejero.

A mis amados padres,

Por su inquebrantable lucha y dedicación de todos los años en brindarme un futuro a través de la educación, para poder cumplir mis metas trazadas, ser una persona de bien y por sus sabios consejos.

A mis hermanos,

Por el apoyo brindado a lo largo de mi vida, ruego a Dios que sea guía de sus pasos.

A mis amigos,

Que gracias a sus enseñanzas y comentarios, pude realizar el presente informe.

A mis docentes,

De la Universidad San Pedro, por sus guías y enseñanzas.

## **VIII.**

## **ANEXOS**

ANEXO N°1 : Estudio Topográfico.

ANEXO N°2 : Estudio de Mecánica de Suelos.

ANEXO N°3 : Capítulo II: Peligro Sísmico – Zonificación, Norma E.030 Diseño Sismorresistente 2018 R.N.E.

ANEXO N°4 : Anexo II – Zonificación Sísmica, Norma E.030 Diseño Sismorresistente 2018 R.N.E.

ANEXO N°5 : Diseño Sísmico Estructural.

ANEXO N°6 : Proceso Constructivo de Muros Gaviones.

ANEXO N°7 : Roca Arenisca.

ANEXO N°8 : Planos.

**ANEXO N° 1:**

**Estudio Topográfico**

## **ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

**TESIS** : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160

**UBICACIÓN:** SANTA ROSA - PALLASCA - ANCASH

**AUTOR** : DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL

**FECHA** : NOVIEMBRE DE 2,020

---

### **I. INTRODUCCIÓN**

Tengo el agrado de presentar el siguiente informe topográfico, en el que se ha utilizado estación total, para hallar puntos y encontrar el desnivel del suelo hallando su diferencia. Esto le daremos a conocer detalladamente junto con los procedimientos realizados en campo. Es necesario e importante además conocer todo acerca de este instrumento de medición, ya que lo utilizaremos mucho en nuestro campo de trabajo lo cual nos servirá desenvolvernos con eficacia. Se encuentran diversos métodos para hacer una medición, en el cual depende del terreno; en esta práctica utilizaremos además la cinta métrica y el estacado cada 20 metros.

### **II. DESARROLLO DE CAMPO**

Instrumentos y/o Equipos:

Para el respectivo levantamiento topográfico, en la carretera Pallasca Km 1+160, ubicado en Santa Rosa – Pallasca - Ancash, se emplearon los siguientes equipos:

a. Global Position System (G.P.S.)

El Sistema de posicionamiento, es un sistema que permite determinar en toda la tierra la posición de un objeto, con una precisión de hasta centímetros, aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y empleado por el

departamento de defensa de los Estados Unidos. Para determinar las posiciones en el globo, el sistema G.P.S. se sirve de 24 a 32 satélites.

- Características

El Sistema Global de Navegación por Satélite lo componen:

- Satélites en la constelación: 24 ( $4 \times 6$  órbitas).
- Altitud: 20,200 km.
- Período: 11 h 58 min (12 horas sidéreas).
- Inclinación: 55 grados (respecto al ecuador terrestre).
- Vida útil: 7.5 años.
- Cobertura: mundial.
- Capacidad de usuarios: ilimitada.
- Sistema de coordenadas: 8.000.

- Funcionamiento

El G.P.S. funciona mediante una red de como mínimo 24 satélites en órbita sobre el planeta tierra, a 20,180 km de altura, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la tierra. Cuando se desea determinar la posición tridimensional, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo cuatro satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y hora del reloj de cada uno de ellos, además de información sobre la constelación.

#### b. Estación Total

Se denomina estación total a un aparato electro-óptico, utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanció metro y un microprocesador a un teodolito digital o electrónico.

- Características

Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son:

- Una pantalla alfanumérica de cristal líquido (L.C.D.).
- Iluminación independiente de la luz solar.
- Calculadora.
- Distanciómetro,
- Trackeador (seguidor de trayectoria), en formato electrónico.

- Funcionamiento

Vista como un teodolito, una estación total se compone de las mismas partes y funciones. El estacionamiento y verticalización son idénticos, aunque para la estación total se cuenta con niveles electrónicos que facilitan la tarea.

c. Trípode

Es el soporte para diferentes instrumentos de medición como teodolitos, estaciones totales, niveles o tránsito. Cuenta con tres pies de madera o metálicas que son extensibles y terminan en regatones de hierro con estribos para pisar y clavar en el terreno. Deben ser estables y permitir que el aparato quede a la altura de la vista del operador 1.40 m – 1.50 m.

d. Cinta Métrica

Es un instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada y que se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil. También con ella se pueden medir líneas y superficies curvas.

e. Jalón

Un jalón o baliza es un accesorio para realizar mediciones con instrumentos topográficos, originalmente era una vara larga de madera, de sección cilíndrica, donde se

monta un prismática en la parte superior, y rematada por un regatón de acero en la parte inferior, por donde se clava en el terreno.

f. Estacas de Madera

Una estaca es un objeto largo y afilado que se clava en el suelo. Tiene muchas aplicaciones, como demarcador de una sección de terreno, para anclar en ella cuerdas para levantar una tienda de campaña u otra estructura similar, o como una forma de ayudar al crecimiento de las plantas.

Marco Teórico:

a. Nivelar

Es la operación de medir o determinar distancias verticales, ya sea directa o indirectamente con el objeto de tener desniveles.

b. Cota

Es la altura de un punto con respecto una superficie o nivel de referencia.

c. Bench Mark (B.M.)

Es un punto topográfico natural o artificial permanente, señalado y fijo sobre el terreno, cuya cota o altura es conocida y está referida al nivel medio del mar.

Procedimiento:

a. Reconocimiento del área a trabajar.

b. Revisión de estación total y sus implementos para verificar su estado.

c. Reconocimiento de las partes de estación total.

d. Instalación del trípode en el terreno y montado de estación total.

e. Nivelación y centrado de estación total.

f. Alineamiento de estación total con el jalón y prisma, para medir las cotas y las vistas.

g. Medición con cinta métrica.

h. Ubicación de estacas en terreno, libre de construcción existentes, estacas a cada 20 m, para la toma de datos de cada punto para la determinación de desniveles.

i. Iniciación de punto de partida un poste, para el primer B.M. en la realización de toma de datos, pista, alcantarillas y postes.

## Tabla

### *Resumen de datos*

| <b>Punto</b> | <b>Norte</b> | <b>Este</b> | <b>Cota</b> | <b>Observación</b> |
|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------------|
| 1            | 9043352.99   | 805093.987  | 541.971     | Estación 1         |
| 2            | 9043322.16   | 805068.944  | 541.691     | Referencia 1       |
| 3            | 9043269.66   | 805008.551  | 540.904     | Pista              |
| 4            | 9043276.24   | 805019.080  | 540.766     | Pista              |
| 5            | 9043279.65   | 805015.569  | 540.993     | Pista              |
| 6            | 9043286.13   | 805020.728  | 541.164     | Pista              |
| 7            | 9043285.33   | 805026.368  | 540.890     | Pista              |
| 8            | 9043292.67   | 805026.924  | 541.259     | Pista              |
| 9            | 9043293.55   | 805034.536  | 541.086     | Pista              |
| 10           | 9043300.41   | 805035.016  | 541.406     | Pista              |
| 11           | 9043301.01   | 805043.149  | 541.237     | Pista              |
| 12           | 9043310.29   | 805046.667  | 541.508     | Pista              |
| 13           | 9043328.16   | 805075.517  | 541.828     | Pista              |
| 14           | 9043336.51   | 805078.112  | 541.887     | Pista              |
| 15           | 9043338.45   | 805087.529  | 542.071     | Pista              |
| 16           | 9043344.34   | 805087.297  | 542.018     | Pista              |
| 17           | 9043347.43   | 805098.145  | 542.233     | Pista              |
| 18           | 9043353.35   | 805097.878  | 542.173     | Pista              |
| 19           | 9043354.17   | 805096.136  | 541.621     | Poste              |
| 20           | 9043361.83   | 805114.963  | 542.530     | Pista              |
| 21           | 9043390.72   | 805141.652  | 543.358     | Pista              |
| 22           | 9043391.77   | 805140.867  | 543.476     | Poste              |
| 23           | 9043411.54   | 805172.992  | 544.430     | Alcantarilla       |
| 24           | 9043414.95   | 805169.890  | 544.190     | Alcantarilla       |
| 25           | 9043355.10   | 805113.315  | 542.851     | Cerro              |
| 26           | 9043353.11   | 805115.944  | 543.739     | Cerro              |
| 27           | 9043351.79   | 805118.545  | 544.339     | Cerro              |

---

|    |            |            |         |                 |
|----|------------|------------|---------|-----------------|
| 28 | 9043350.61 | 805121.705 | 545.078 | Cerro           |
| 29 | 9043348.48 | 805123.427 | 546.237 | Cerro           |
| 30 | 9043349.43 | 805126.885 | 547.570 | Cerro           |
| 31 | 9043347.63 | 805128.482 | 549.275 | Cerro           |
| 32 | 9043346.93 | 805130.656 | 550.538 | Cerro           |
| 33 | 9043345.35 | 805132.644 | 552.399 | Cerro           |
| 34 | 9043382.22 | 805149.036 | 547.270 | Cerro           |
| 35 | 9043379.88 | 805152.147 | 547.565 | Cerro           |
| 36 | 9043377.81 | 805155.803 | 548.823 | Cerro           |
| 37 | 9043376.46 | 805158.766 | 549.654 | Cerro           |
| 38 | 9043375.01 | 805162.219 | 550.977 | Cerro           |
| 39 | 9043382.06 | 805165.561 | 550.820 | Cerro           |
| 40 | 9043382.46 | 805170.634 | 552.139 | Cerro           |
| 41 | 9043381.66 | 805168.650 | 551.213 | Cerro           |
| 42 | 9043383.75 | 805164.570 | 550.812 | Cerro           |
| 43 | 9043364.60 | 805133.196 | 545.249 | Cerro           |
| 44 | 9043363.46 | 805123.689 | 543.771 | Cerro           |
| 45 | 9043361.79 | 805116.384 | 542.487 | Cerro           |
| 46 | 9043367.61 | 805105.470 | 542.427 | Terreno Natural |
| 47 | 9043355.39 | 805095.372 | 542.000 | Terreno Natural |
| 48 | 9043387.15 | 805100.725 | 536.813 | Terreno Natural |
| 49 | 9043383.85 | 805095.365 | 536.238 | Terreno Natural |
| 50 | 9043370.70 | 805088.761 | 536.574 | Terreno Natural |
| 51 | 9043369.66 | 805074.027 | 535.151 | Terreno Natural |
| 52 | 9043363.06 | 805083.131 | 536.187 | Terreno Natural |
| 53 | 9043355.00 | 805070.647 | 535.874 | Terreno Natural |
| 54 | 9043350.68 | 805057.881 | 535.058 | Terreno Natural |
| 55 | 9043345.40 | 805077.214 | 537.699 | Terreno Natural |
| 56 | 9043335.62 | 805096.849 | 543.645 | Cerro           |
| 57 | 9043330.97 | 805096.484 | 545.330 | Cerro           |
| 58 | 9043327.68 | 805099.549 | 547.550 | Cerro           |
| 59 | 9043320.93 | 805094.694 | 549.306 | Cerro           |
| 60 | 9043314.26 | 805088.942 | 550.977 | Cerro           |
| 61 | 9043310.01 | 805088.419 | 552.107 | Cerro           |
| 62 | 9043315.17 | 805082.933 | 549.716 | Cerro           |
| 63 | 9043319.98 | 805080.091 | 548.380 | Roca            |
| 64 | 9043317.26 | 805082.954 | 548.510 | Cerro           |
| 65 | 9043303.76 | 805078.629 | 551.266 | Cerro           |
| 66 | 9043298.57 | 805077.997 | 553.832 | Cerro           |

---

---

|     |            |            |         |              |
|-----|------------|------------|---------|--------------|
| 67  | 9043291.85 | 805074.603 | 554.533 | Cerro        |
| 68  | 9043281.72 | 805070.095 | 556.320 | Cerro        |
| 69  | 9043302.87 | 805063.613 | 549.668 | Cerro        |
| 70  | 9043296.37 | 805055.339 | 550.296 | Cerro        |
| 71  | 9043289.98 | 805057.084 | 551.383 | Cerro        |
| 72  | 9043284.35 | 805059.303 | 552.596 | Cerro        |
| 73  | 9043285.80 | 805054.762 | 552.099 | Cerro        |
| 74  | 9043288.40 | 805043.875 | 551.075 | Cerro        |
| 75  | 9043282.08 | 805044.860 | 551.697 | Cerro        |
| 76  | 9043313.84 | 805073.348 | 544.982 | Cerro        |
| 77  | 9043315.81 | 805071.550 | 543.876 | Cerro        |
| 78  | 9043318.88 | 805071.690 | 542.791 | Cerro        |
| 79  | 9043289.47 | 805020.669 | 541.244 | Estación 2   |
| 80  | 9043296.44 | 805030.725 | 541.317 | Pista        |
| 81  | 9043305.36 | 805040.786 | 541.448 | Pista        |
| 82  | 9043303.35 | 805045.934 | 541.312 | Pista        |
| 83  | 9043352.99 | 805093.987 | 541.970 | Pista        |
| 84  | 9043353.36 | 805108.302 | 542.211 | Calicata 1   |
| 85  | 9043339.00 | 805093.435 | 541.756 | Calicata 2   |
| 86  | 9043306.78 | 805039.716 | 541.578 | Poste        |
| 87  | 9043298.69 | 805040.401 | 541.126 | Pista        |
| 88  | 9043292.16 | 805032.987 | 541.010 | Pista        |
| 89  | 9043294.24 | 805028.419 | 541.258 | Pista        |
| 90  | 9043273.48 | 805011.004 | 540.914 | Pista        |
| 91  | 9043270.73 | 805015.150 | 540.681 | Pista        |
| 92  | 9043271.49 | 805007.709 | 540.992 | Poste        |
| 93  | 9043261.43 | 805003.153 | 541.079 | Alcantarilla |
| 94  | 9043258.55 | 805007.843 | 540.755 | Alcantarilla |
| 95  | 9043258.40 | 805008.143 | 539.222 | Alcantarilla |
| 96  | 9043249.91 | 805003.241 | 540.386 | Pista        |
| 97  | 9043247.27 | 804996.655 | 540.490 | Pista        |
| 98  | 9043238.00 | 804997.847 | 540.299 | Pista        |
| 99  | 9043234.07 | 804990.897 | 540.263 | Pista        |
| 100 | 9043232.83 | 804988.617 | 540.229 | Poste        |
| 101 | 9043223.04 | 804991.113 | 540.179 | Pista        |
| 102 | 9043218.00 | 804983.848 | 540.032 | Pista        |
| 103 | 9043206.49 | 804983.354 | 540.014 | Pista        |
| 104 | 9043202.08 | 804975.266 | 539.706 | Pista        |
| 105 | 9043191.99 | 804973.446 | 539.838 | Pista        |

---

|     |            |            |         |                 |
|-----|------------|------------|---------|-----------------|
| 106 | 9043185.94 | 804967.590 | 539.713 | Alcantarilla    |
| 107 | 9043183.32 | 804958.622 | 539.483 | Alcantarilla    |
| 108 | 9043183.30 | 804958.723 | 539.502 | Pista           |
| 109 | 9043183.65 | 804956.399 | 539.558 | Poste           |
| 110 | 9043173.94 | 804956.017 | 539.741 | Alcantarilla    |
| 111 | 9043177.84 | 804951.918 | 539.621 | Alcantarilla    |
| 112 | 9043168.89 | 804943.843 | 539.278 | Pista           |
| 113 | 9043164.47 | 804945.639 | 539.246 | Pista           |
| 114 | 9043162.84 | 804937.603 | 539.180 | Pista           |
| 115 | 9043154.99 | 804936.055 | 539.085 | Pista           |
| 116 | 9043153.18 | 804927.689 | 539.010 | Pista           |
| 117 | 9043145.19 | 804925.928 | 538.925 | Pista           |
| 118 | 9043142.91 | 804917.015 | 538.833 | Pista           |
| 119 | 9043169.69 | 804960.565 | 545.583 | Cerro           |
| 120 | 9043173.30 | 804958.471 | 544.824 | Cerro           |
| 121 | 9043166.40 | 804963.784 | 548.443 | Cerro           |
| 122 | 9043174.39 | 804966.920 | 545.655 | Cerro           |
| 123 | 9043178.21 | 804968.571 | 543.873 | Cerro           |
| 124 | 9043182.05 | 804973.464 | 544.222 | Cerro           |
| 125 | 9043176.60 | 804974.457 | 546.778 | Cerro           |
| 126 | 9043184.40 | 804975.457 | 542.301 | Cerro           |
| 127 | 9043263.10 | 804996.738 | 538.666 | Cerro           |
| 128 | 9043269.03 | 805000.207 | 539.379 | Terreno Natural |
| 129 | 9043274.05 | 805031.610 | 551.424 | Cerro           |
| 130 | 9043257.90 | 805017.073 | 548.152 | Cerro           |
| 131 | 9043249.44 | 805013.648 | 548.094 | Cerro           |
| 132 | 9043245.44 | 805009.840 | 547.721 | Cerro           |
| 133 | 9043242.03 | 805006.149 | 546.710 | Cerro           |
| 134 | 9043234.62 | 805004.325 | 547.486 | Cerro           |
| 135 | 9043226.79 | 805000.001 | 546.673 | Cerro           |
| 136 | 9043221.61 | 804997.483 | 546.566 | Cerro           |
| 137 | 9043213.80 | 804997.101 | 548.331 | Cerro           |
| 138 | 9043233.84 | 805007.578 | 547.593 | Cerro           |
| 139 | 9043271.07 | 805031.867 | 551.547 | Cerro           |
| 140 | 9043280.45 | 805036.187 | 551.421 | Cerro           |
| 141 | 9043292.81 | 805053.977 | 550.860 | Cerro           |
| 142 | 9043306.65 | 805039.713 | 541.579 | B.M.1           |
| 143 | 9043260.81 | 805002.969 | 541.098 | B.M.2           |

Fuente: Elaboración propia del tesista.

## **Panel Fotográfico**



*Figura.* Vista satelital de Carretera Chuquicara - Pallasca Km 1+160, donde partimos como punto de referencia el puente nuevo de centro poblado Chuquicara.



*Figura.* Vista del puente nuevo tipo Bailey en Chuquicara, longitud 57.91 m.



*Figura.* Ubicación de hito Km 754, en zona de estudio.



*Figura.* Vista del Río Tablachaca desde zona de investigación, donde además cruza y une con el Río Santa.



**Figura.** Vista y reconocimiento de nuestra zona de estudio, carretera Pallasca Km 1+160.



**Figura.** Primer estacionamiento de trípode y estación total, para toma de puntos.



*Figura.* Ubicación de primera estación.



*Figura.* Ubicación de primer B.M.



**Figura.** Insertamos digitalmente a la estación total, la toma de cotas y coordenadas con el G.P.S.



**Figura.** Toma de cotas en postes, terreno natural y pista.



*Figura.* Toma de cotas en borde y centro de pista.



*Figura.* Toma de cotas en ladera de cerro.



**Figura.** Toma de cota en calicata 1, profundidad 1.50 m.



**Figura.** Toma de cota en calicata 2, profundidad 1.50 m.



*Figura.* Segundo estacionamiento de trípode y estación total, para toma de puntos.



*Figura.* Ubicación de segunda estación.



*Figura.* Ubicación de segundo B.M.



*Figura.* Toma de cotas en ladera de cerro.



*Figura.* Toma de cotas en borde y centro de pista.



*Figura.* Toma de cotas en borde de río y terreno natural.



*Figura.* Toma de cotas en borde de río con jalón y prisma.

**ANEXO N° 2:**

**Estudio de Mecánica de Suelos**

## **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**TESIS** : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160

**UBICACIÓN:** SANTA ROSA - PALLASCA - ANCASH

**AUTOR** : DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL

**FECHA** : NOVIEMBRE DE 2,020

---

### **I. GENERALIDADES**

Objeto del estudio:

El presente reporte técnico corresponde al informe de mecánica de suelos con fines de cimentación, para muros de contención.

El mismo que se ha efectuado por medio de trabajo de campo, consistente en calicatas y ensayos de laboratorio.

Ubicación del área en estudio:

La vía en estudio se encuentra cerca al hito 0+754, del cual tomamos como punto de referencia el puente nuevo de Chuquicara el cual está a km 1+160 de nuestra zona de estudio, y comprende todo el talud de material deslizado hacia el pavimento, dicho material deslizado ocasionado por lluvias recurrentes de la zona del distrito Santa Rosa - Provincia Pallasca - Departamento Ancash.

### **II. ALCANCES DEL ESTUDIO**

El presente Informe Técnico y el trabajo desarrollado en él, tiene por finalidad:

- a. Determinar las propiedades del subsuelo, estableciendo su comportamiento para resistir los esfuerzos que serán transmitidos por las solicitaciones de cargas y con la finalidad de diseñar la estructura del muro de contención tipo gavión.

b. Mediante trabajos de campo y ensayos de laboratorio, se establecieron los parámetros de resistencia del suelo sobre el que será construida dicho muro de contención tipo gavión en armonía con la geometría de la rasante establecida por la tesis.

### **III. INVESTIGACIONES EFECTUADAS**

Trabajos de campo:

a. Se efectuaron 2 calicatas o pozos a cielo abierto en zona de estudio, tal como se indica en la siguiente tabla.

#### **Tabla**

*Calicatas Realizadas.*

| <b>Calicata</b> | <b>Profundidad (m)</b> | <b>Ubicación</b>  |
|-----------------|------------------------|---|
| C - 1           | 1.50                   | Se realizó en pie de talud, en carretera Pallasca KM 1+250. |
| C - 2           | 1.50                   | Se realizó en pie de talud, en carretera Pallasca KM 1+230. |

Fuente: Elaboración del tesista.

b. Se tomaron muestras de suelo y rocas, en cantidad suficiente para realizar los ensayos de caracterización, clasificación y resistencia.

#### **IV. ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las muestras fueron ensayadas, según la siguiente relación:

- Registro de Excavación.
- Contenido de humedad (A.S.T.M. D - 2216).
- Análisis Granulométrico por Tamizado (A.S.T.M. D - 422).
- Ensayo de Corte Directo (A.S.T.M. D - 3080, A.A.S.H.T.O T236, M.T.C. E123 - 2000).
- Pesos Máximos y Mínimos.
- Capacidad admisible del suelo.
- Gravedad Específica y Absorción de Roca Arenisca (Según norma A.S.T.M. C - 127).
- Resistencia a la Abrasión de roca.
- Durabilidad con sulfato de magnesio en roca.

#### **V. CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

Los suelos ensayados se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y American Association of State Highway and Transportation Officials (A.A.S.H.T.O.).

#### **VI. DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO**

Suelo:

- Clasificación A.A.S.H.T.O.: Excelente a bueno como sub grado A-1-b fragmentos de roca, grava y arena.
- Clasificación S.U.C.S.: Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio. Arena mal graduada con grava SP (No presenta plasticidad).

- Contenido de Humedad:

- Muestra 1: 1.51 %

- Muestra 2: 0.83 %

- Esfuerzo permisible del terreno  $\sigma_t$  : 2.83 kg/cm<sup>2</sup>

- Peso específico del material de relleno  $\gamma_s$  : 1,807 kg/m<sup>3</sup>

- 1<sup>er</sup> Ángulo de fricción interna del material de relleno  $\emptyset$  : 29.80°

- 2<sup>do</sup> Ángulo de fricción interna del material de relleno  $\emptyset$  : 30.31°

- Ángulo del talud de corte : 15.00°

Piedra:

- Clasificación : Roca tipo Sedimentaria.  
Arenisca cuarzosa.

- Peso específico de piedra  $\gamma_p$  : 2,660 kg/m<sup>3</sup>

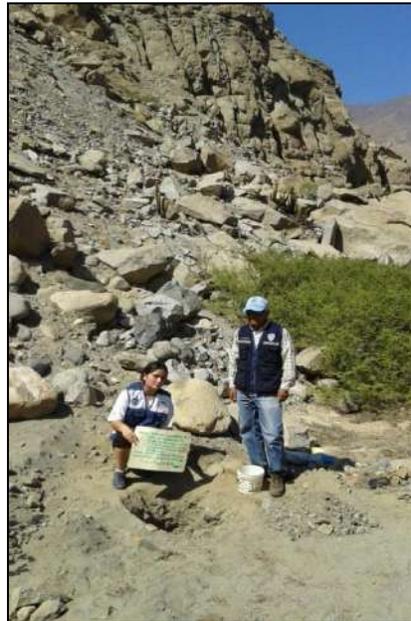
- Resistencia a la Abrasión : 17.87 %

- Durabilidad con sulfato de magnesio : 0.475 %

## **Panel Fotográfico**



**Figura.** Vista y reconocimiento de zona de estudio, carretera Pallasca km 1+160.



**Figura.** Vista de extracción de material de relleno en primera calicata de profundidad 1.50 m, supervisada y aprobada por el Ing. Montañez Reyes Jorge. De coordenadas, Norte: 9043,353.36 y Este: 805,108.302.



**Figura.** Vista de extracción de material de relleno en segunda calicata de profundidad 1.50 m, supervisada y aprobada por el Ing. Montañez Reyes Jorge. De coordenadas, Norte: 9043,339.000 y Este: 805,093.435.



**Figura.** Vista de extracción de material de rocas, para muros gavión de estudio.



**Figura.** Llevamos nuestros dos sacos de muestra de 30 kilogramos, al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro, para realizar los estudios correspondientes.



**Figura.** Extraemos de cada saco de muestra un peso aproximado de 900 g en taras, para el ensayo de contenido de humedad.



*Figura.* Llevamos a balanza electrónica y pesamos cada tara de muestra húmeda.



*Figura.* Pesos de taras de muestras húmedas.



**Figura.** Luego llevamos las dos muestras al horno durante 24 horas, para al día siguiente realizar un nuevo pesaje.



**Figura.** Al día siguiente pesamos en la balanza electrónica las dos muestras ya secas, culminando así el ensayo de contenido de humedad.



*Figura.* Para nuestro ensayo de análisis granulométrico, utilizaremos un peso de 700 g y lo colocaremos en taras.



*Figura.* Con ayuda de la malla N° 200, realizamos el lavado y colado de las dos muestras.



**Figura.** Luego de haberse lavado cada muestra, se espera unos minutos para que este asiente y se cuele nuevamente en la malla N° 200.



**Figura.** Colamos por última vez el agua, haciendo uso de la malla N° 200.



**Figura.** Lo retenido que queda en malla, lo volvemos a integrar a nuestras taras.



**Figura.** Teniendo ya lavadas las dos muestras, se llevaran al horno durante 24 horas para su secado y tamizado.



**Figura.** Luego ya secas las dos muestras, realizamos la granulometría en los tamices:  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ",  $\frac{1}{4}$ ", N°04, N°10, N°20, N°30, N°40, N°60, N°100, N°200 y el plato (fondo).



**Figura.** Para el ensayo de corte directo, utilizaremos un peso de 500 g y lo colocaremos en taras.



*Figura.* Preparación de muestra a ensayar.



*Figura.* Colocación de celda en equipo de corte directo.



*Figura.* Colocación de lectura en cero.



*Figura.* Corte de la muestra y finalización del ensayo corte directo.



*Figura.* Vista de piedra porosa con la celda.



*Figura.* Ensayo de Pesos Máximos y Mínimos, el cual pesaremos la muestra en repeticiones de 5 moldes, luego extraeremos un promedio de estos 5 pesos, restando el peso del molde y dividiendo entre el volumen del molde.



**Figura.** Iniciación de ensayos respectivos para roca de estudio.



**Figura.** Para el ensayo de Gravedad Específica y Absorción de Roca Arenisca, utilizaremos un peso aproximado de 5 kg y reposaremos sumergido en un balde de agua, durante 24 horas.



*Figura.* Luego de haber cumplido las 24 horas, retiramos el agua y secamos cada piedra con un trapo, hasta que este deje de brillar.



*Figura.* Ya secas las piedras, las dividiremos en dos taras aproximadamente de 1 kg y luego las pesaremos en balanza electrónica.



**Figura.** Luego del pesaje, llevaremos las taras al equipo de ensayos de pesos específicos de materiales, introduciremos cada tara de muestra al balde enmallado y sumergiremos en el estanque con agua.



**Figura.** Retiramos la muestra de balde enmallado y pesamos, el cual será nuestro peso específico mojado.



**Figura.** Llevaremos las taras al horno durante 24 horas, para su secado.



**Figura.** Ya transcurrido 24 horas, retiramos del horno las dos muestras secas para pesarlas en balanza electrónica.



**Figura.** Pesaje de las dos muestras en balanza electrónica y finalización del ensayo de Gravedad Específica y Absorción de Roca Arenisca.



**Figura.** Para el ensayo de resistencia a la abrasión con máquina de los ángeles, emplearemos las mallas y pesajes retenidos en los tamices: 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", los cuales se retuvieron en los tamices señalados en pizarra, luego se llevó un pesaje toda la muestra y se insertó en máquina de abrasión los Ángeles.



**Figura.** Máquina los Ángeles, el cual su función es determinar la resistencia de agregados a fragmentación, el equipo viene con un dispositivo electrónico contador de revoluciones, junto a un juego de esferas de acero (cargas abrasivas) de aproximadamente 47 mm de diámetro y un tambor de acero, el cual rota a una velocidad de 30 r.p.m. - 33 r.p.m.



**Figura.** Insertamos la muestra ya pesada y tamizada dentro del tambor de máquina los Ángeles.



**Figura.** Insertaremos 12 esferas de acero que serán las cargas abrasivas, las cuales desgastaran el material y empezara a rotar el tambor a una velocidad de 30 r.p.m.– 33 r.p.m., el tiempo trabajado será de 32 min. Se retirara la muestra ya fragmentada, se pasara por malla 12” y lo retenido en malla se pesara, culminando así el ensayo.



**Figura.** Para el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio, emplearemos las mallas y pesajes retenidos en los tamices: 2 1/2”, 2”, 1 1/2”, 1”, 3/4”, 1/2” los cuales se retuvieron en los tamices señalados en pizarra, luego se colocaron en taras respectivamente y se agregó el sulfato hasta cubrir la muestra por un tiempo de 4 días.



**Figura.** Transcurridos 4 días se retiró el sulfato, escurriéndolo manualmente por cada tara.



**Figura.** Luego se llevaron a la cocina para su debido secado en un tiempo aproximado de 20 min y se pesaron en balanza electrónica, culminando así el ensayo.

## **Resultados de Laboratorio**



### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

|           |   |                      |                    |
|-----------|---|----------------------|--------------------|
| SOLICITA  | BACH. DIAZ BETETA BRENDA ISABEL   |                      |                    |
| TESIS     | ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, |                      |                    |
|           | CARRETERA PALLASCA KM 1+160   |                      |                    |
| UBICACIÓN | SANTA ROSA -PALLASCA- ANCASH  | NIVEL FREÁTICO (m.)  | N.P.               |
| FECHA     | 15/07/2020  | MÉTODO DE EXCAVACIÓN | Cielo abierto      |
| CALICATA  | C - 1   | TAMAÑO DE EXCAVACIÓN | 1.00 x 1.00 x 1.50 |

| MUESTRA |         | PROFUNDIDAD |         | CARACTERÍSTICAS  |
|---------|---------|-------------|---------|--|
| Simbolo | Grafico | En Mts.     | Muestra |  |
| SP      |         | 1.500       | E-1     | De -0.00 a -1.50 m.<br>Arena mal graduada con grava pequenas y hasta grava de 2" a 6" de color beige claro en estado semi seco a seco y de compacidad media no presenta plasticidad. |
|         |         |             |         |  |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
Mg. Miguel Solar Jara  
JEFE



**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

|                  |   |                             |                    |
|------------------|---|-----------------------------|--------------------|
| <b>SOLICITA</b>  | BACH. DIAZ BETETA BRENDA ISABEL   |                             |                    |
| <b>TESIS</b>     | ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES. |                             |                    |
|                  | CARRETERA PALLASCA KM 1+160   |                             |                    |
| <b>UBICACIÓN</b> | SANTA ROSA -PALLASCA- ANCASH  | <b>NIVEL FREÁTICO (m.)</b>  | N.P.               |
| <b>FECHA</b>     | 15/07/2020  | <b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> | Cielo abierto      |
| <b>CALICATA</b>  | C - 2   | <b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> | 1.00 x 1.00 x 1.50 |

| MUESTRA |         | PROFUNDIDAD |         | CARACTERÍSTICAS  |
|---------|---------|-------------|---------|--|
| Simbolo | Grafico | En Mts.     | Muestra |  |
| SP      |         | 1.500       | E-1     | De -0.00 a -1.50 m.<br>Arena mal graduada con grava pequeñas y hasta grava de 2" a 6" de color beige claro en estado semi seco a seco y de compactación media no presenta plasticidad. |
|         |         |             |         |  |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Mecánica de Suelos y Materiales  
Calle de Matucana 100  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE



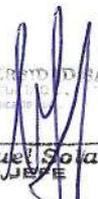
**CONTENIDO DE HUMEDAD**

(ASTM D-2216)

**SOLICITA** : BACH.DIAZ BETETA BRENDA ISABEL  
**TESIS** : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES,  
CARRETERA PALLASCA KM 1+160  
**MUESTRA** : C - 1  
**LUGAR** : SANTA ROSA - PROVINCIA DE PALLASCA- DEPARTAMENTO DE ANCASH  
**FECHA** : 15/07/2020

| ENSAYO N°                | M-1         |
|--------------------------|-------------|
| Profundidad ( Mts. )     | 0.00 - 1-50 |
| Peso de tara + MH        | 1101.00     |
| Peso de tara + MS        | 1093.30     |
| Peso de tara             | 163.00      |
| Peso del agua            | 7.70        |
| MS                       | 930.30      |
| Contenido de humedad (%) | 0.83        |

**NOTA** : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil  
Mg. Miguel Solar Jara  
JEFE



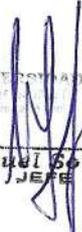
**CONTENIDO DE HUMEDAD**

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. DIAZ BETETA BRENDA ISABEL  
TESIS : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES,  
CARRETERA PALLASCA KM 1+160  
MUESTRA : C - 2  
LUGAR : SANTA ROSA - PROVINCIA DE PALLASCA- DEPARTAMENTO DE ANCASH  
FECHA : 15-07-2020

| ENSAYO N°                | M-1         |
|--------------------------|-------------|
| Profundidad ( Mts. )     | 0.00 - 1-50 |
| Peso de tara + MH        | 1184.90     |
| Peso de tara + MS        | 1169.80     |
| Peso de tara             | 169.50      |
| Peso del agua            | 15.10       |
| MS                       | 1000.30     |
| Contenido de humedad (%) | 1.51        |

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

  
Mg. Miguel Solar Jara  
JEFE



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

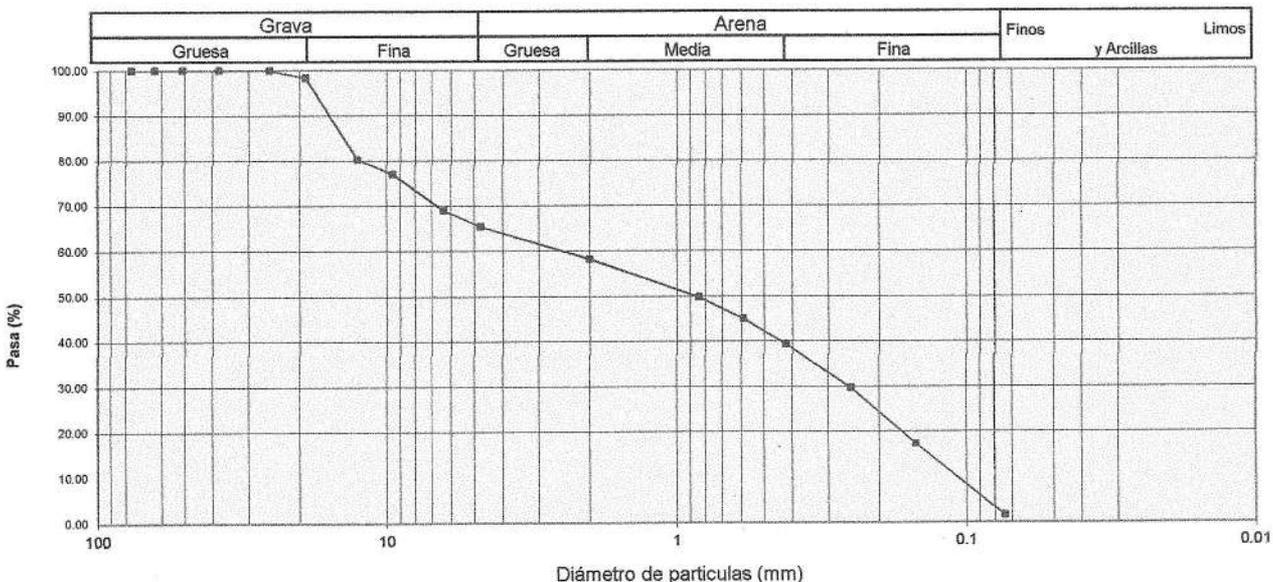
SOLICITA : BACH. DIAZ BETETA BRENDA ISABEL  
 TESIS : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES,  
 CARRETERA PALLASCA KM 1+160  
 LUGAR : SANTA ROSA - PROVINCIA DE PALLASCA- DEPARTAMENTO DE ANCASH  
 FECHA : 15-07-2020

|                         |       |     |  |                         |
|-------------------------|-------|-----|--|-------------------------|
| Peso Seco Inicial       | 700   | gr. | UNIVERSIDAD SAN PEDRO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>Lab. Mecánica de Suelos y de Materiales | CALICATA : C - 1        |
| Peso Seco Lavado        | 603.1 | gr. |  | ESTRATO : M - 1         |
| Peso perdido por lavado | 96.9  | gr. |  | PROF. (m) : 0.00 a 1.50 |

| Tamiz(Abertura) |       | Peso Retenido(gr.) | Retenido Parcial(%) | Retenido Acumulado(%) | Retenido Pasante (%) | Clasificación AASHTO  |
|-----------------|-------|--------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---|
| N°              | (mm)  |                    |                     |                       |                      |   |
| 2 1/2"          | 76.20 | 0.0                | 0.0                 | 0.0                   | 100.0                | Material granular<br>Excelente a bueno como subgrado<br>A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena |
| 2"              | 50.80 | 0.0                | 0.0                 | 0.0                   | 100.0                |   |
| 1 1/2"          | 37.50 | 0.0                | 0.0                 | 0.0                   | 100.0                |   |
| 1"              | 22.50 | 0.0                | 0.0                 | 0.0                   | 100.0                |   |
| 3/4"            | 19.00 | 10.4               | 1.7                 | 1.7                   | 98.3                 | Valor del índice de grupo (IG):   |
| 1/2"            | 12.50 | 110.4              | 18.0                | 19.7                  | 80.3                 | Clasificación (S.U.C.S.)  |
| 3/8"            | 9.50  | 20.2               | 3.3                 | 23.0                  | 77.0                 | Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.<br>Arena mal graduada con grava SP                   |
| 1/4"            | 6.30  | 49.9               | 8.1                 | 31.2                  | 68.8                 |   |
| N° 4            | 4.75  | 21.5               | 3.5                 | 34.7                  | 65.3                 | Pasa tamiz N° 4 (%) : 58.2  |
| N° 10           | 2.00  | 43.8               | 7.1                 | 41.8                  | 58.2                 | Pasa tamiz N° 200 (%) : 1.6   |
| N° 20           | 0.850 | 51.7               | 8.4                 | 50.2                  | 49.8                 | D60 (mm) : 2.70   |
| N° 30           | 0.600 | 29.2               | 4.8                 | 55.0                  | 45.0                 | D30 (mm) : 0.257  |
| N° 40           | 0.425 | 34.4               | 5.6                 | 60.6                  | 39.4                 | D10 (mm) : 0.119  |
| N° 60           | 0.250 | 59.9               | 9.8                 | 70.4                  | 29.6                 | Cu : 22.59  |
| N° 100          | 0.150 | 75.5               | 12.3                | 82.7                  | 17.3                 | Cc : 0.205  |
| N° 200          | 0.075 | 96.2               | 15.7                | 98.4                  | 1.6                  |   |
| < 200           |       | 9.7                | 1.6                 | 100.0                 | 0.0                  |   |
| Total           |       | 612.8              |                     |                       | 100.0                |   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Limite líquido LL     | 0 |
| Limite plástico LP    | 0 |
| Indice plasticidad IP | 0 |

**CURVA GRANULOMÉTRICA**





**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

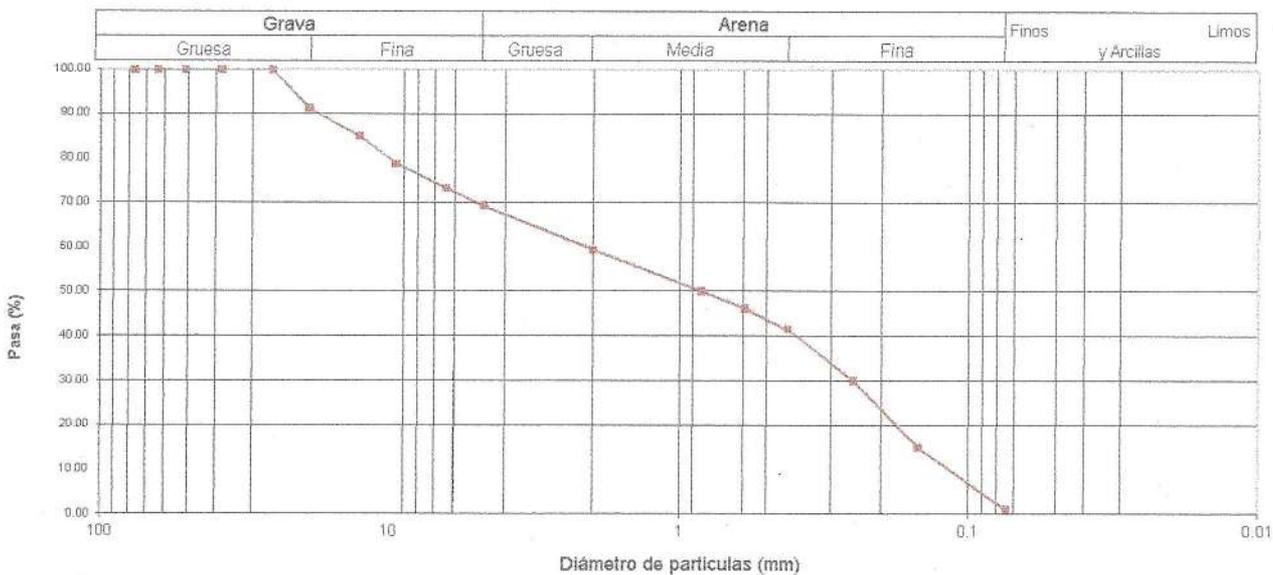
SOLICITA : BACH DIAZ BETETA BRENDA ISABEL  
 TESIS : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES,  
 CARRETERA PALLASCA KM 1+160  
 LUGAR : SANTA ROSA - PROVINCIA DE PALLASCA- DEPARTAMENTO DE ANCASH  
 FECHA : 15-07-2020

|                         |       |     |   |            |               |
|-------------------------|-------|-----|---|------------|---------------|
| Peso Seco Inicial       | 700   | gr. | UNIVERSIDAD SAN PEDRO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales | LOCALICATA | : C - 2       |
| Peso Seco Lavado        | 591.6 | gr. |   | ESTRATO    | : M - 1       |
| Peso perdido por lavado | 108.4 | gr. |   | PROF. (m)  | : 0.00 a 1.50 |

| Tamiz(Apertura) |       | Peso Retenido(gr.) | Retenido Parcial(%) | Retenido Pasante |       | Clasificación AASHTO  |
|-----------------|-------|--------------------|---------------------|------------------|-------|---|
| Nº              | (mm)  |                    |                     | Acumulado(%)     | (%)   |   |
| 2 1/2"          | 76.20 | 0.0                | 0.0                 | 0.0              | 100.0 | Material granular<br>Excelente a bueno como subgrado<br>A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena |
| 2"              | 50.80 | 0.0                | 0.0                 | 0.0              | 100.0 |   |
| 1 1/2"          | 37.50 | 0.0                | 0.0                 | 0.0              | 100.0 |   |
| 1"              | 22.50 | 0.0                | 0.0                 | 0.0              | 100.0 |   |
| 3/4"            | 19.00 | 51.5               | 8.6                 | 8.6              | 91.4  | Valor del índice de grupo (IG):   |
| 1/2"            | 12.50 | 38.5               | 6.4                 | 15.0             | 85.0  | <b>Clasificación (S.U.C.S.)</b>   |
| 3/8"            | 9.50  | 35.6               | 6.0                 | 21.0             | 79.0  | Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.  |
| 1/4"            | 6.30  | 34.2               | 5.7                 | 26.7             | 73.3  | Arena mal graduada con grava SP   |
| Nº 4            | 4.75  | 23.2               | 3.9                 | 30.6             | 69.4  | Pasa tamiz Nº 4 (%) : 59.5  |
| Nº 10           | 2.00  | 59.4               | 9.9                 | 40.5             | 59.5  | Pasa tamiz Nº 200 (%) : 1.1   |
| Nº 20           | 0.850 | 55.7               | 9.3                 | 49.8             | 50.2  | D60 (mm) : 2.14   |
| Nº 30           | 0.600 | 22.6               | 3.8                 | 53.6             | 46.4  | D30 (mm) : 0.246  |
| Nº 40           | 0.425 | 28.4               | 4.7                 | 58.4             | 41.6  | D10 (mm) : 0.125  |
| Nº 60           | 0.250 | 68.9               | 11.5                | 69.9             | 30.1  | Cu 17.175   |
| Nº 100          | 0.150 | 90.7               | 15.2                | 85.0             | 15.0  | Cc 0.227  |
| Nº 200          | 0.075 | 82.9               | 13.9                | 98.9             | 1.1   |   |
| < 200           |       | 6.6                | 1.1                 | 100.0            | 0.0   |   |
| Total           |       | 598.2              |                     |                  | 100.0 |   |

*Mg. Miguel Solís Jara*

**CURVA GRANULOMÉTRICA**





**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : BACH.DIAZ BETETA BRENDA ISABEL  
 TESIS : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES,  
 CARRETERA PALLASCA KM 1+160  
 LUGAR : SANTA ROSA - PROVINCIA DE PALLASCA- DEPARTAMENTO DE ANCASH  
 CALICATA : 1  
 FECHA : 15-07-2020

NOMBRE DE MUESTRA = C-1 PROFUNDIDAD = 1.50 mts  
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

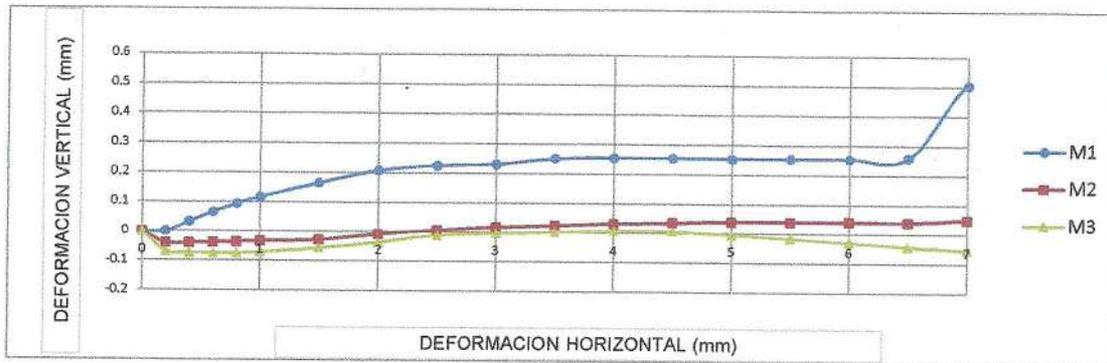
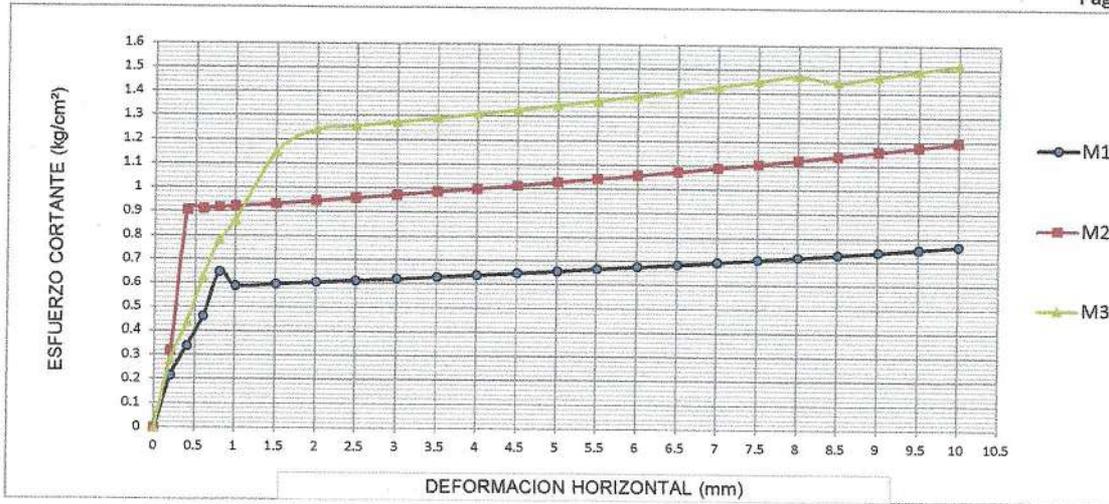
| DIMENSIONES DE LA MUESTRA |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Diámetro                  | 50.80 mm                |
| Altura                    | 25.1 mm                 |
| Área                      | 20.2683 cm <sup>2</sup> |
| Volumen                   | 50.8734 cm <sup>3</sup> |

| DIMENSIONES DE LA MUESTRA |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Peso                      | 92.3 gr                 |
| Peso Unitario Húmedo      | 1.81 gr/cm <sup>3</sup> |
| Contenido de Humedad      | 6.5 %                   |
| Peso Unitario Seco        | 1.70 gr/cm <sup>3</sup> |

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

Mg. Miguel Solís Jara  
 JEFE

| DEFORMIMETRO DE<br>LONGITUD<br>HORIZONTAL | LECTURA DE CARGA<br>HORIZONTAL |      |       | DEFORMACION<br>VERTICAL |       |       | FUERZA DE CORTE<br>HORIZONTAL |       |       | CORREC.<br>ÁREA | ESFUERZO CORTANTE<br>τ |                    |       |
|---|--------------------------------|------|-------|-------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-----------------|------------------------|--------------------|-------|
|   | M-01                           | M-02 | M-03  | M-01                    | M-02  | M-03  | M-01                          | M-02  | M-03  |                 | M-01                   | M-02               | M-03  |
|   | Div.                           |      |       | mm                      |       |       | kg                            |       |       |                 | cm <sup>2</sup>        | kg/cm <sup>2</sup> |       |
| 0.20                                      | 2.96                           | 5.5  | 4.6   | 0.000                   | -0.04 | -0.07 | 4.314                         | 6.41  | 5.667 | 20.17           | 0.214                  | 0.318              | 0.281 |
| 0.40                                      | 5.92                           | 19.8 | 8.28  | 0.034                   | -0.04 | -0.07 | 6.756                         | 18.21 | 8.703 | 20.07           | 0.337                  | 0.907              | 0.434 |
| 0.60                                      | 8.88                           | 19.8 | 12.88 | 0.066                   | -0.04 | -0.07 | 9.198                         | 18.21 | 12.5  | 19.96           | 0.461                  | 0.912              | 0.626 |
| 0.80                                      | 13.32                          | 19.8 | 16.56 | 0.094                   | -0.04 | -0.07 | 12.86                         | 18.21 | 15.53 | 19.86           | 0.648                  | 0.917              | 0.782 |
| 1.00                                      | 11.84                          | 19.8 | 18.4  | 0.117                   | -0.03 | -0.07 | 11.64                         | 18.21 | 17.05 | 19.76           | 0.589                  | 0.921              | 0.863 |
| 1.50                                      | 11.84                          | 19.8 | 24.84 | 0.165                   | -0.03 | -0.06 | 11.64                         | 18.21 | 22.36 | 19.51           | 0.597                  | 0.933              | 1.146 |
| 2.00                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.208                   | -0.01 | -0.04 | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 19.25           | 0.605                  | 0.946              | 1.241 |
| 2.50                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.226                   | 0.008 | -0.01 | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 19              | 0.613                  | 0.958              | 1.257 |
| 3.00                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.231                   | 0.018 | 0.00  | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 18.75           | 0.621                  | 0.971              | 1.274 |
| 3.50                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.251                   | 0.025 | 0.003 | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 18.49           | 0.630                  | 0.985              | 1.292 |
| 4.00                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.255                   | 0.032 | 0.007 | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 18.24           | 0.638                  | 0.998              | 1.309 |
| 4.50                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.255                   | 0.036 | 0.007 | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 17.99           | 0.647                  | 1.012              | 1.327 |
| 5.00                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.254                   | 0.041 | 0.00  | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 17.73           | 0.656                  | 1.027              | 1.347 |
| 5.50                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.255                   | 0.041 | -0.02 | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 17.48           | 0.666                  | 1.042              | 1.366 |
| 6.00                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.255                   | 0.042 | -0.03 | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 17.23           | 0.676                  | 1.057              | 1.386 |
| 6.50                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.259                   | 0.041 | -0.04 | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 16.98           | 0.685                  | 1.072              | 1.406 |
| 7.00                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.505                   | 0.050 | -0.05 | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 16.72           | 0.696                  | 1.089              | 1.428 |
| 7.50                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.507                   | 0.046 | -0.07 | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 16.47           | 0.707                  | 1.105              | 1.450 |
| 8.00                                      | 11.84                          | 19.8 | 26.68 | 0.507                   | 0.028 | -0.09 | 11.64                         | 18.21 | 23.88 | 16.22           | 0.718                  | 1.122              | 1.472 |
| 8.50                                      | 11.84                          | 19.8 | 25.76 | 0.503                   | 0.039 | -0.10 | 11.64                         | 18.21 | 23.12 | 15.97           | 0.729                  | 1.140              | 1.448 |
| 9.00                                      | 11.84                          | 19.8 | 25.76 | 0.502                   | 0.041 | -0.11 | 11.64                         | 18.21 | 23.12 | 15.72           | 0.740                  | 1.158              | 1.471 |
| 9.50                                      | 11.84                          | 19.8 | 25.76 | 0.502                   | 0.034 | -0.13 | 11.64                         | 18.21 | 23.12 | 15.47           | 0.752                  | 1.177              | 1.495 |
| 10.00                                     | 11.84                          | 19.8 | 25.76 | 0.495                   | 0.036 | -0.14 | 11.64                         | 18.21 | 23.12 | 15.22           | 0.765                  | 1.196              | 1.519 |
| 10.50                                     | 11.84                          | 19.8 | 25.76 |                         |       |       |                               |       |       | 14.97           |                        |                    |       |
| 11.00                                     | 11.84                          | 19.8 | 25.76 |                         |       |       |                               |       |       | 14.72           |                        |                    |       |
| 11.50                                     | 11.84                          | 23.1 | 25.76 |                         |       |       |                               |       |       | 14.48           |                        |                    |       |

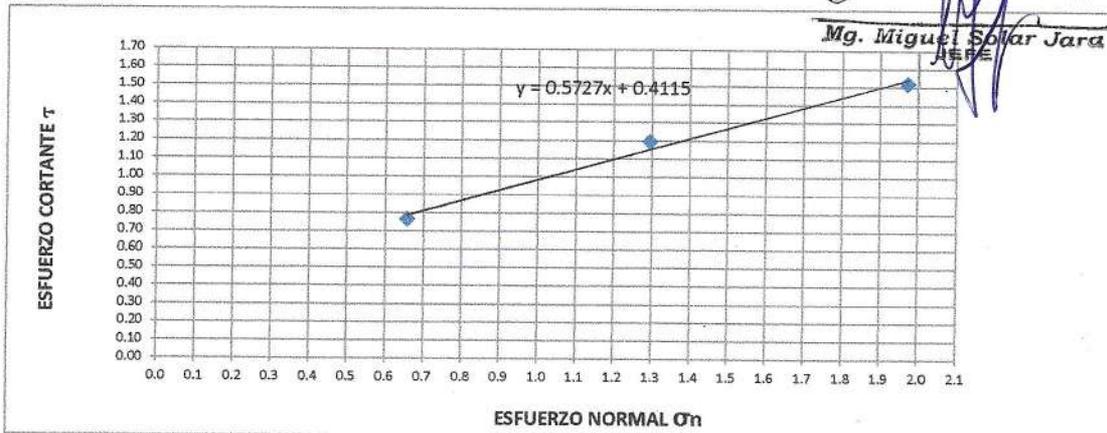


| MUESTRA                          | M1     | M2    | M3    |
|----------------------------------|--------|-------|-------|
| Carga Vertical(kg)               | 10     | 20    | 30    |
| Área en Corte(cm <sup>2</sup> )  | 15.22  | 15.47 | 15.22 |
| $\sigma_n$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 0.66   | 1.29  | 1.97  |
| $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )     | 0.7650 | 1.20  | 1.52  |

|                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| Cohesión                   | 0.412 kg/cm <sup>2</sup> |
| Ángulo de fricción interna | 29.80 °                  |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Lab. Mecánica de Suelos y Laboratorio de Materiales

Mg. Miguel Sollar Jara  
JEFE





**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : BACH. DIAZ BETETA BRENDA ISABEL  
 TESIS : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES,  
 CARRETERA PALLASCA KM 1+160  
 LUGAR : SANTA ROSA - PROVINCIA DE PALLASCA- DEPARTAMENTO DE ANCASH  
 CALICATA : 2  
 FECHA : 15-07-2020

NOMBRE DE MUESTRA = C-2 PROFUNDIDAD = 1.50 mts  
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

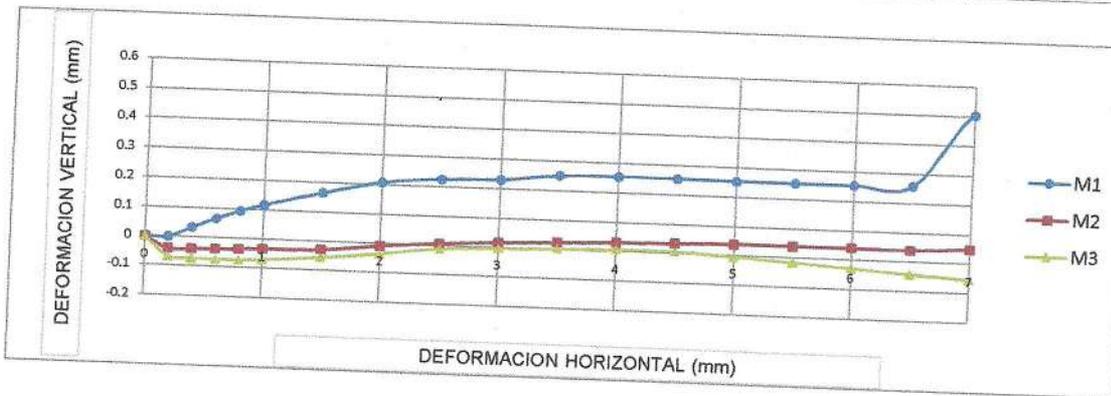
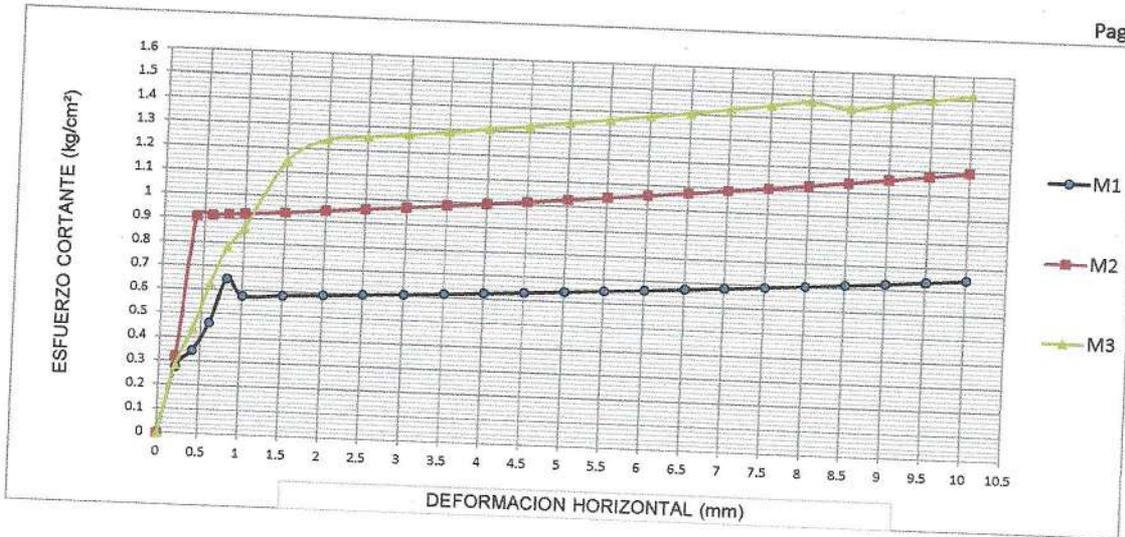
| DIMENSIONES DE LA MUESTRA |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Diámetro                  | 50.80 mm                |
| Altura                    | 25.1 mm                 |
| Área                      | 20.2683 cm <sup>2</sup> |
| Volumen                   | 50.8734 cm <sup>3</sup> |

| DIMENSIONES DE LA MUESTRA |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Peso                      | 92.3 gr                 |
| Peso Unitario Húmedo      | 1.81 gr/cm <sup>3</sup> |
| Contenido de Humedad      | 6.5 %                   |
| Peso Unitario Seco        | 1.70 gr/cm <sup>3</sup> |

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

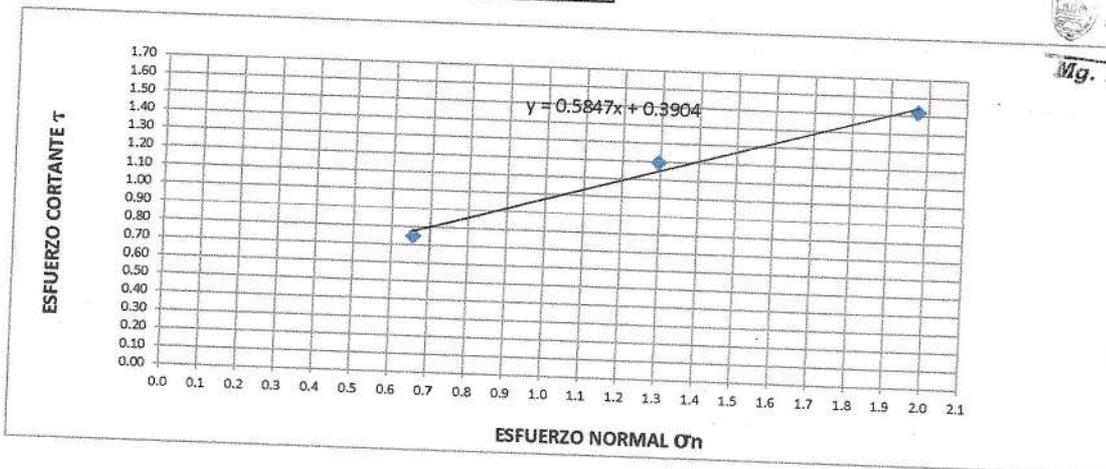
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Lab. Mecánica de Suelos y de Materiales  
 Mg. Miguel Solar Jara

| DEFORMIMETRO DE<br>LONGITUD<br>HORIZONTAL | LECTURA DE CARGA<br>HORIZONTAL |      |       | DEFORMACION<br>VERTICAL |       |       | FUERZA DE CORTE<br>HORIZONTAL |       |       | CORREC.<br>ÁREA | ESFUERZO CORTANTE<br>τ |                    |       |
|---|--------------------------------|------|-------|-------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-----------------|------------------------|--------------------|-------|
|   | M-01                           | M-02 | M-03  | M-01                    | M-02  | M-03  | M-01                          | M-02  | M-03  |                 | M-01                   | M-02               | M-03  |
|   | Div.                           |      |       | mm                      |       |       | kg                            |       |       |                 | cm <sup>2</sup>        | kg/cm <sup>2</sup> |       |
| 0.20                                      | 4.44                           | 5.5  | 4.6   | 0.000                   | -0.04 | -0.07 | 5.535                         | 6.41  | 5.667 | 20.17           | 0.274                  | 0.318              | 0.281 |
| 0.40                                      | 6.068                          | 19.8 | 8.28  | 0.034                   | -0.04 | -0.07 | 6.878                         | 18.21 | 8.703 | 20.07           | 0.343                  | 0.907              | 0.434 |
| 0.60                                      | 8.88                           | 19.8 | 12.88 | 0.066                   | -0.04 | -0.07 | 9.198                         | 18.21 | 12.5  | 19.96           | 0.461                  | 0.912              | 0.626 |
| 0.80                                      | 13.32                          | 19.8 | 16.56 | 0.094                   | -0.04 | -0.07 | 12.86                         | 18.21 | 15.53 | 19.86           | 0.648                  | 0.917              | 0.782 |
| 1.00                                      | 11.54                          | 19.8 | 18.4  | 0.117                   | -0.03 | -0.07 | 11.4                          | 18.21 | 17.05 | 19.76           | 0.577                  | 0.921              | 0.863 |
| 1.50                                      | 11.54                          | 19.8 | 24.84 | 0.165                   | -0.03 | -0.06 | 11.4                          | 18.21 | 22.36 | 19.51           | 0.584                  | 0.933              | 1.146 |
| 2.00                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.208                   | -0.01 | -0.04 | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 19.25           | 0.592                  | 0.946              | 1.241 |
| 2.50                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.226                   | 0.008 | -0.01 | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 19              | 0.600                  | 0.958              | 1.257 |
| 3.00                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.231                   | 0.018 | 0.00  | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 18.75           | 0.608                  | 0.971              | 1.274 |
| 3.50                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.251                   | 0.025 | 0.003 | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 18.49           | 0.616                  | 0.985              | 1.292 |
| 4.00                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.255                   | 0.032 | 0.007 | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 18.24           | 0.625                  | 0.998              | 1.309 |
| 4.50                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.255                   | 0.036 | 0.007 | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 17.99           | 0.633                  | 1.012              | 1.327 |
| 5.00                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.254                   | 0.041 | 0.00  | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 17.73           | 0.643                  | 1.027              | 1.347 |
| 5.50                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.255                   | 0.041 | -0.02 | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 17.48           | 0.652                  | 1.042              | 1.366 |
| 6.00                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.255                   | 0.042 | -0.03 | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 17.23           | 0.661                  | 1.057              | 1.386 |
| 6.50                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.259                   | 0.041 | -0.04 | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 16.98           | 0.671                  | 1.072              | 1.406 |
| 7.00                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.505                   | 0.050 | -0.05 | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 16.72           | 0.682                  | 1.089              | 1.428 |
| 7.50                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.507                   | 0.046 | -0.07 | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 16.47           | 0.692                  | 1.105              | 1.450 |
| 8.00                                      | 11.54                          | 19.8 | 26.68 | 0.507                   | 0.028 | -0.09 | 11.4                          | 18.21 | 23.88 | 16.22           | 0.703                  | 1.122              | 1.472 |
| 8.50                                      | 11.54                          | 19.8 | 25.76 | 0.503                   | 0.039 | -0.10 | 11.4                          | 18.21 | 23.12 | 15.97           | 0.714                  | 1.140              | 1.448 |
| 9.00                                      | 11.54                          | 19.8 | 25.76 | 0.502                   | 0.041 | -0.11 | 11.4                          | 18.21 | 23.12 | 15.72           | 0.725                  | 1.158              | 1.471 |
| 9.50                                      | 11.54                          | 19.8 | 25.76 | 0.502                   | 0.034 | -0.13 | 11.4                          | 18.21 | 23.12 | 15.47           | 0.737                  | 1.177              | 1.495 |
| 10.00                                     | 11.54                          | 19.8 | 25.76 | 0.495                   | 0.036 | -0.14 | 11.4                          | 18.21 | 23.12 | 15.22           | 0.749                  | 1.196              | 1.519 |
| 10.50                                     | 11.54                          | 19.8 | 25.76 |                         |       |       |                               |       |       | 14.97           |                        |                    |       |
| 11.00                                     | 11.54                          | 19.8 | 25.76 |                         |       |       |                               |       |       | 14.72           |                        |                    |       |
| 11.50                                     | 11.54                          | 23.1 | 25.76 |                         |       |       |                               |       |       | 14.48           |                        |                    |       |



| MUESTRA                          | M1     | M2    | M3    |
|----------------------------------|--------|-------|-------|
| Carga Vertical(kg)               | 10     | 20    | 30    |
| Área en Corte(cm <sup>2</sup> )  | 15.22  | 15.47 | 15.22 |
| $\sigma_n$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 0.66   | 1.29  | 1.97  |
| $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )     | 0.7490 | 1.20  | 1.52  |

|                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| Cohesión                   | 0.412 kg/cm <sup>2</sup> |
| Ángulo de fricción interna | 30.31 °                  |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
Mg. Miguel Solar Jara  
D.E.



**PESOS MAXIMOS Y MINIMOS**

**SOLICITA** : BACH.DIAZ BETETA BRENDA ISABEL  
**TESIS** : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES,  
 CARRETERA PALLASCA KM 1+160  
**LUGAR** : SANTA ROSA - PROVINCIA DE PALLASCA- DEPARTAMENTO DE ANCASH  
**CALICATA** : C-1  
**FECHA** : 15-07-2020

**PESOS MAXIMOS**

| Ensayo N°                            | 01          | 02   | 03   | 04   | 05   |
|--------------------------------------|-------------|------|------|------|------|
| Peso de molde + muestra              | 8634        | 8496 | 8484 | 8638 | 8646 |
| Peso de molde                        | 3326        | 3326 | 3326 | 3326 | 3326 |
| Peso de muestra                      | 5308        | 5170 | 5158 | 5312 | 5320 |
| Volumen de molde                     | 2788        | 2788 | 2788 | 2788 | 2788 |
| Peso unitario ( Kg/m3 )              | 1904        | 1854 | 1850 | 1905 | 1908 |
| <b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b> | <b>1884</b> |      |      |      |      |

**PESOS MINIMOS**

| Ensayo N°                            | 01          | 02   | 03   | 04   | 05   |
|--------------------------------------|-------------|------|------|------|------|
| Peso de molde + muestra              | 8102        | 8248 | 8474 | 8262 | 8440 |
| Peso de molde                        | 3326        | 3326 | 3326 | 3326 | 3326 |
| Peso de muestra                      | 4776        | 4922 | 5148 | 4936 | 5114 |
| Volumen de molde                     | 2788        | 2788 | 2788 | 2788 | 2788 |
| Peso unitario ( Kg/m3 )              | 1713        | 1765 | 1846 | 1770 | 1834 |
| <b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b> | <b>1786</b> |      |      |      |      |

**DENSIDAD APARENTE HUMEDA** 1.835 grs/cm3  
**DENSIDAD APARENTE SECO** 1.807 grs/cm3

  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solár Jara**  
 JEFE



SOLICITA : BACH.DIAZ BETETA BRENDA ISABEL  
 TESIS : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS  
 DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160  
 LUGAR : SANTA ROSA - PROVINCIA DE PALLASCA- ANCASH  
 FECHA : 15/07/2020

**CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO**

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| Cohesión  | C =          | 0.412  |
| Angulo de fricción                              | $\phi =$     | 29.8 ° |
| Peso Unitario de suelo sobre nivel de fundación | $\gamma_s =$ | 2      |
| Peso unitario del suelo bajo nivel de fundación | $\gamma =$   | 1.65   |
| Ancho de cimentación                            | B =          | 1      |
| Largo de cimentación                            | L =          | 1      |
| Profundidad de la cimentación                   | Df =         | 1.5    |
| Factor de seguridad                             | FS =         | 3      |

$$q_{ult} = C N_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Factores de capacidad de carga

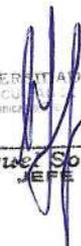
|            |        |
|------------|--------|
| Nq         | 17.989 |
| Nc         | 29.665 |
| N $\gamma$ | 15.147 |
| Nq/Nc      | 0.606  |
| tan $\phi$ | 0.573  |

Factores de forma

|                          |
|--------------------------|
| Sq = 1 +(B/L)*tan $\phi$ |
| Sc = (Nq/Nc)*(B/L)       |
| S $\gamma$ = 1-0.4*(B/L) |
| Sq = 1.573               |
| Sc = 0.606               |
| S $\gamma$ = 0.600       |

Remplazando en la formula se tiene:

|        |                         |
|--------|-------------------------|
| Qult = | 84.93 tn/m <sup>2</sup> |
| Qult = | 8.49 kg/cm <sup>2</sup> |
| Qadm = | 2.83 kg/cm <sup>2</sup> |

  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 JEFE



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE ROCA ARENISCA  
(Según norma ASTM C-127)**

**SOLICITA : BACH.DIAZ BETETA BRENDA ISABEL**  
**TESIS : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES,  
CARRETERA PALLASCA KM 1+160**  
**LUGAR : SANTA ROSA - PROVINCIA DE PALLASCA- DEPARTAMENTO DE ANCASH**  
**CALICATA : C-1**  
**FECHA : 15/07/2020**

|   |  |         |         |
|---|--|---------|---------|
| A | Peso de material saturado superficialmente seco (aire) | 1557.60 | 1627.30 |
| B | Peso de material saturado superficialmente seco (agua) | 975.20  | 1021.20 |
| C | Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)              | 582.40  | 606.10  |
| D | Peso de material seco en estufa                        | 1542.80 | 1619.30 |
| E | Volumen de masa (C-(A-D))                              | 567.60  | 598.10  |
| G | P.e. Bulk (Base Seca) D/C                              | 2.649   | 2.672   |
| H | P.e. Bulk (Base Saturada) A/C                          | 2.674   | 2.685   |
| I | P.e. Aparente (Base Seca) D/E                          | 2.718   | 2.707   |
| F | Absorción (%) ((D-A/A)x100)                            | 0.96    | 0.49    |

**P.e. Bulk (Base Seca) : 2.660**  
**P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.680**  
**P.e. Aparente (Base Seca) : 2.713**  
**Absorción (%) : 0.73**

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solar Jara*  
JEFE



## **RESISTENCIA A LA ABRASION**

( MAQUINA DE LOS ANGELES)

**SOLICITA** : DIAZ BETETA BRENDA ISABEL  
**TESIS** : ANALISIS SISMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCION  
GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160  
**LUGAR** : SANTA ROSA - PROVINCIA DE PALLASCA - DEPARTAMENTO ANCASH  
**MUESTRA** : ROCA  
**CANTERA** : CANTO RODADO  
**FECHA** : 19/02/2020

|                                 |   |       |
|---------------------------------|---|-------|
| <b>Peso de la muestra (gr.)</b> | : | 5000  |
| <b>Método</b>                   | : | A     |
| <b>Número de esferas</b>        | : | 12    |
| <b>Número de revoluciones</b>   | : | 500   |
| <b>Desgaste (%)</b>             | : | 17.87 |

**ESPECIFICACIONES:** El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 131.

**NOTA:** La muestra fue traída por el interesado a este laboratorio.



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Mg. Miguel Solar Jara*  
JEFE



**ENSAYO DE DURABILIDAD  
CON SULFATO DE MAGNESIO**

SOLICITA : DIAZ BETETA BRENDA ISABEL  
 TESIS : ANALISIS SISMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN  
 GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160  
 LUGAR : SANTA ROSA - PROVINCIA DE PALLASCA - DEPARTAMENTO ANCASH  
 MATERIAL : ROCA (CANTO RODADO)  
 FECHA : 19/02/2020

**AGREGADO GRUESO - ANALISIS CUANTITATIVO**

**Pérdidas (%) : 0.475**

| Nº             | Tamaño          | %  | Peso Requerido (gr.) | Peso Inicial (gr.) | Peso Final (gr.) | Pérdidas  |      | Gradación Original (%) | Pérdidas Corregidas (%) |
|----------------|-----------------|----|----------------------|--------------------|------------------|-----------|------|------------------------|-------------------------|
|                |                 |    |                      |                    |                  | Peso (gr) | (%)  |                        |                         |
| 1              | 2 1/2" a 1 1/2" |    | 5000 ± 500           |                    |                  |           |      |                        |                         |
|                | 2 1/2" a 2"     | 60 | 3000 ± 300           | 3000               | 2976.0           | 24.0      | 0.80 | 50.0                   | 0.400                   |
|                | 2" a 1 1/2"     | 40 | 2000 ± 200           | 2000               | 1978.0           | 22.0      | 1.10 | 50.0                   | 0.550                   |
| 2              | 1 1/2" a 3/4"   |    | 1500 ± 50            |                    |                  |           |      |                        |                         |
|                | 1 1/2" a 1"     | 67 | 1000 ± 50            |                    |                  |           |      |                        |                         |
|                | 1" a 3/4"       | 33 | 500 ± 30             |                    |                  |           |      |                        |                         |
| 3              | 3/4" a 3/8"     |    | 1000 ± 10            |                    |                  |           |      |                        |                         |
|                | 3/4" a 1/2"     | 67 | 670 ± 10             |                    |                  |           |      |                        |                         |
|                | 1/2" a 3/8"     | 33 | 330 ± 5              |                    |                  |           |      |                        |                         |
| 4              | 3/8" a Nº4      |    | 300 ± 5              |                    |                  |           |      |                        |                         |
| <b>TOTALES</b> |                 |    |                      |                    |                  |           |      | 100.0                  | 0.475                   |

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 88.

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Mg. Miguel S. Jara  
 JEFE

**ANEXO N° 3:**

**Capítulo II: Peligro Sísmico – Zonificación, Norma E.030 Diseño Sismorresistente  
2018 R.N.E.**



PERU

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección General de Normas y Regulación en Construcción y Saneamiento

Dirección de Construcción

## CAPÍTULO II PELIGRO SÍSMICO

### Artículo 10.- Zonificación

- 10.1. El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El Anexo II contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona.



FIGURA N° 1. ZONAS SÍSMICAS



PERU

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Ministerio de Construcción y Saneamiento

Comisión General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento

Dirección de Construcción

- 10.2. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

| <b>Tabla N° 1</b>           |          |
|-----------------------------|----------|
| <b>FACTORES DE ZONA "Z"</b> |          |
| <b>ZONA</b>                 | <b>Z</b> |
| 4                           | 0,45     |
| 3                           | 0,35     |
| 2                           | 0,25     |
| 1                           | 0,10     |

**ANEXO N° 4:**

**Anexo II – Zonificación Sísmica, Norma E.030 Diseño Sismorresistente 2018 R.N.E.**



PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento

Dirección de Construcción

## ANEXO II ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Las zonas sísmicas en las que se divide el territorio peruano, para fines de esta Norma se muestran en la Figura 1.

A continuación, se especifican las provincias y distritos de cada zona.

| REGIÓN (DPTO.) | PROVINCIA | DISTRITO     | ZONA SÍSMICA   | ÁMBITO              |                     |
|----------------|-----------|--------------|----------------|---------------------|---------------------|
| ÁNCASH         | PALLASCA  | BOLOGNESI    | 3              | TODOS LOS DISTRITOS |                     |
|                |           | CABANA       |                |                     |                     |
|                |           | CONCHUCOS    |                |                     |                     |
|                |           | HUACASCHUQUE |                |                     |                     |
|                |           | HUANDOVAL    |                |                     |                     |
|                |           | LACABAMBA    |                |                     |                     |
|                |           | LLAPO        |                |                     |                     |
|                |           | PALLASCA     |                |                     |                     |
|                |           | PAMPAS       |                |                     |                     |
|                |           | SANTA ROSA   |                |                     |                     |
|                | TAUCA     |              |                |                     |                     |
|                | POMABAMBA | POMABAMBA    | HUAYLLÁN       | 3                   | TODOS LOS DISTRITOS |
|                |           |              | PAROBAMBA      |                     |                     |
|                |           |              | POMABAMBA      |                     |                     |
|                |           |              | QUINUABAMBA    |                     |                     |
|                | SIHUAS    | SIHUAS       | ACOBAMBA       | 3                   | TODOS LOS DISTRITOS |
|                |           |              | ALFONSO UGARTE |                     |                     |
|                |           |              | CASHAPAMPA     |                     |                     |
|                |           |              | CHINGALPO      |                     |                     |
|                |           |              | HUAYLLABAMBA   |                     |                     |
|                |           |              | QUICHES        |                     |                     |
|                |           |              | RAGASH         |                     |                     |
|                |           |              | SAN JUAN       |                     |                     |
|                |           |              | SICSIBAMBA     |                     |                     |
|                |           |              | SIHUAS         |                     |                     |
|                | HUAYLAS   | HUAYLAS      | CARAZ          | 3                   | TODOS LOS DISTRITOS |
|                |           |              | HUALLANCA      |                     |                     |
| HUATA          |           |              |                |                     |                     |
| HUAYLAS        |           |              |                |                     |                     |
| MATO           |           |              |                |                     |                     |
| PAMPAROMAS     |           |              |                |                     |                     |

**ANEXO N° 5:**

**Diseño Sísmico Estructural**

## DISEÑO DE MURO GAVIÓN TIPO 1, $\phi = 29.80^\circ$

**TESIS** : ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160

**UBICACIÓN:** SANTA ROSA - PALLASCA - ANCASH

**AUTOR** : DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL

**FECHA** : NOVIEMBRE DE 2,020

---

### I. DATOS PARA DISEÑO

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Tipo de gavión  | : 1                       |
| Progresiva  | : 0+990 – 1+010           |
| Esfuerzo permisible del terreno $\sigma_r$                | : 2.83 kg/cm <sup>2</sup> |
| Peso específico del material de relleno $\gamma_s$        | : 1,807 kg/m <sup>3</sup> |
| Peso específico piedra para gavión $\gamma_p$             | : 2,660 kg/m <sup>3</sup> |
| Sobrecarga sobre el relleno $W_{S/C}$                     | : 1,400 kg/m <sup>2</sup> |
| Ángulo de fricción interna del material de relleno $\phi$ | : 29.80°                  |
| Ángulo de talud del muro respecto a la vertical $\beta$   | : 0.00°                   |
| Ángulo de fricción entre suelo y muro $\delta$            | : 29.80°                  |
| Ángulo de inclinación del relleno $i$                     | : 0.00°                   |
| Altura libre del muro gavión $H_L$                        | : 9.00 m                  |
| Profundidad de desplante $D_f$                            | : 1.50 m                  |
| Factor de seguridad al deslizamiento $F.S.D.$             | : 1.5                     |
| Factor de seguridad al volteo $F.S.V.$                    | : 2.0                     |

Factor de zona  $Z$  : 0.35

Coefficiente sísmico de aceleración horizontal  $K_H = 0.50 Z$  : 0.175

Coefficiente sísmico de aceleración vertical  $K_V = 0.70 K_H$  : 0.123

Dimensiones de la caja gavión

- Largo : 1.00 m

- Ancho : 1.00 m

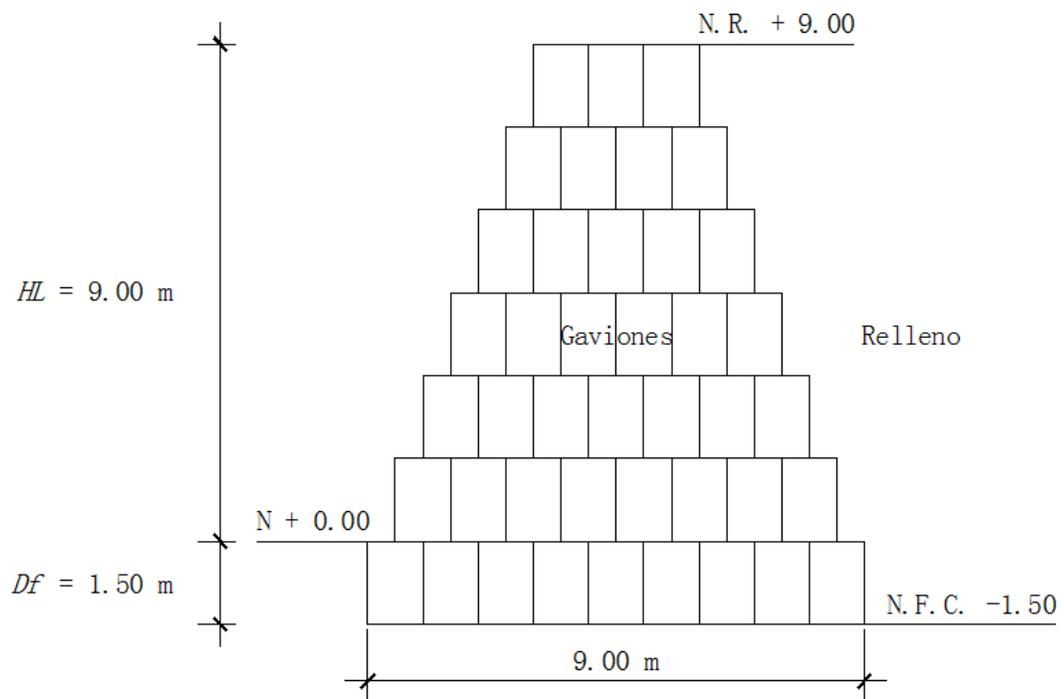
- Alto : 1.50 m

Numero de gaviones en la base : 9

Total número de gaviones : 42

## II. DISEÑO

### 2.1. Croquis del diseño



## 2.2. Peso específico del gavión

$$\gamma_g = 80\% \gamma_p$$

$$\gamma_g = 2,128.00 \text{ kg/m}^3$$

## 2.3. Cálculo de empuje del suelo

Usando la Teoría de Rankine, válida para suelo granular.

### 2.3.1. Cálculo de empuje activo

$$H_a = \frac{1}{2} C_a \cdot \gamma_s \cdot H_T^2$$
$$C_a = tg^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}$$

$$C_a = 0.336$$

$$H_T = 10.50 \text{ m}$$

$$H_a = 33.47 \text{ tn}$$

### 2.3.2. Cálculo de empuje pasivo

$$H_p = \frac{1}{2} C_p \cdot \gamma_s \cdot D_f^2$$
$$C_p = tg^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi}$$

$$C_p = 2.976$$

$$H_p = 6.05 \text{ tn}$$

### 2.3.3. Cálculo de empuje por sobrecarga

$$H_s = C_a \cdot h_s \cdot \gamma_s \cdot H_T$$

Dónde:  $h_s = \frac{W_{s/c}}{\gamma_s}$

$$H_s = 4.94 \text{ tn}$$

#### 2.4. Cálculo del coeficiente de fricción en la base

$$f = tg(\delta)$$

$$\delta = \emptyset; \text{ para muro hecho in situ}$$

$$f = 0.573$$

#### 2.5. Cálculo del empuje activo dinámico $E_{AE}$

##### 2.5.1. Ecuaciones del Método de Mononobe Okabe

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot (1 - K_V) K_{AE} \cdot H_T^2$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\emptyset - \theta - \beta)}{\psi \cos \theta \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos(\delta + \beta + \theta)}$$

$$\psi = \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\emptyset + \delta) \text{sen}(\emptyset - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta)}} \right]^2$$

$$\theta = \text{arc tg} \left( \frac{K_H}{1 - K_V} \right)$$

##### 2.5.2. Cálculo del ángulo $\theta$

$$\theta = 11.28^\circ$$

##### 2.5.3. Cálculo de $\psi$

$$\psi = 2.569$$

##### 2.5.4. Cálculo del coeficiente de empuje dinámico

$$K_{AE} = 0.474$$

##### 2.5.5. Cálculo del empuje activo dinámico

$$E_{AE} = 41.41 \text{ tn}$$

$$E_{AEh} = E_{AE} \cdot \cos \delta$$

$$E_{AEh} = 35.93 \text{ tn}$$

$$E_{AEv} = E_{AE} \cdot \text{sen} \delta$$

$$E_{AEv} = 20.58 \text{ tn}$$

2.6. Cálculo de la diferencia de empujes

$$\Delta E_{AEh} = E_{AEh} - E_A$$

$$\Delta E_{AEh} = 2.46 \text{ tn}$$

2.7. Determinación del punto de empuje activo dinámico, con respecto a la base del muro

$$\bar{H} = \frac{\Delta E_{AEh}(0.60H_T) + E_A(H_T/3)}{E_{AEh}}$$

$$\bar{H} = 3.69 \text{ m}$$

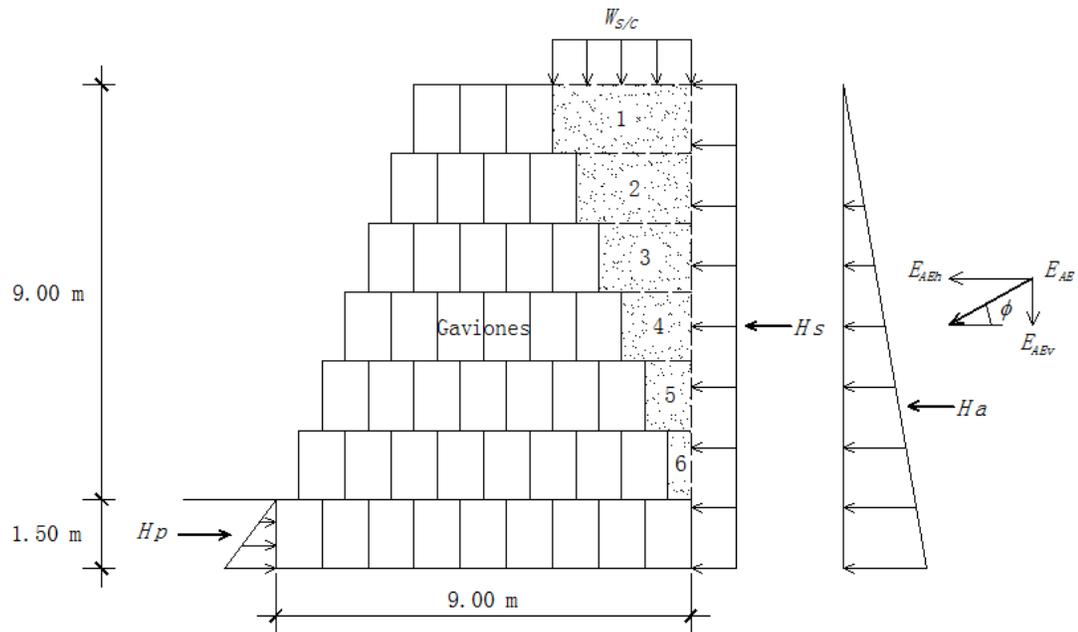
2.8. Cálculo del momento de volcamiento máximo de diseño, producido por el empuje activo dinámico con respecto al punto más bajo de la puntera del muro

2.8.1. Análisis usando la Segunda Práctica aceptable

$$M_{AEh} = E_{AEh} \cdot \bar{H}$$

$$M_{AEh} = 132.58 \text{ tn}$$

## 2.9. Determinación de la estabilidad del muro gavión



| Fuerzas horizontales            | Carga (tn)   | Brazo de palanca (m)             | Momento (tn.m) |
|---------------------------------|--------------|----------------------------------|----------------|
| Empuje activo                   | 33.47        | 3.50                             | 117.15         |
| Empuje pasivo                   | -6.05        | 0.50                             | -3.03          |
| Empuje S/C                      | 4.94         | 5.25                             | 25.94          |
| $E_{AEh}$                       | 35.93        | 3.69                             | 132.58         |
| <b><math>\Sigma FH =</math></b> | <b>68.29</b> | <b><math>\Sigma M_a =</math></b> | <b>272.64</b>  |

| <b>Fuerzas verticales</b>       | <b>Carga (tn)</b> | <b>Brazo de palanca (m)</b>      | <b>Momento (tn.m)</b> |
|---------------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Peso de gaviones                | 134.06            | 4.50                             | 603.29                |
| $W_{S/C}$                       | 4.20              | 7.50                             | 31.50                 |
| $E_{AEv}$                       | 20.58             | 9.00                             | 185.22                |
| Peso de relleno 1               | 8.13              | 7.50                             | 60.99                 |
| Peso de relleno 2               | 6.78              | 7.75                             | 52.52                 |
| Peso de relleno 3               | 5.42              | 8.00                             | 43.37                 |
| Peso de relleno 4               | 4.07              | 8.25                             | 33.54                 |
| Peso de relleno 5               | 2.71              | 8.50                             | 23.04                 |
| Peso de relleno 6               | 1.36              | 8.75                             | 11.86                 |
| <b><math>\Sigma FV =</math></b> | <b>187.30</b>     | <b><math>\Sigma M_r =</math></b> | <b>1,045.32</b>       |

### 2.9.1. Chequeo del factor de seguridad al deslizamiento

$$F.S.D. = \frac{f \cdot \Sigma FV}{\Sigma FH}$$

$$F.S.D. = 1.57 > 1.5; \text{ Conforme}$$

### 2.9.2. Chequeo del factor de seguridad al volteo

$$F.S.V. = \frac{\Sigma Mr}{\Sigma Ma}$$

$$F.S.V. = 3.83 > 2.0; \text{ Conforme}$$

## 2.10. Estabilidad contra el volteo

### 2.10.1. Ubicación de la resultante

$$X_o = \frac{\sum Mr - \sum Ma}{\sum FV}$$

$$X_o = 4.13 \text{ m}$$

### 2.10.2. Cálculo de la excentricidad en condición dinámica

$$e = \frac{B}{2} - X_o \leq \frac{B}{3}$$

$$e = 0.37 \text{ m} \leq 3.00 \text{ m}; \text{ Conforme}$$

$$e = 0.37 \text{ m}$$

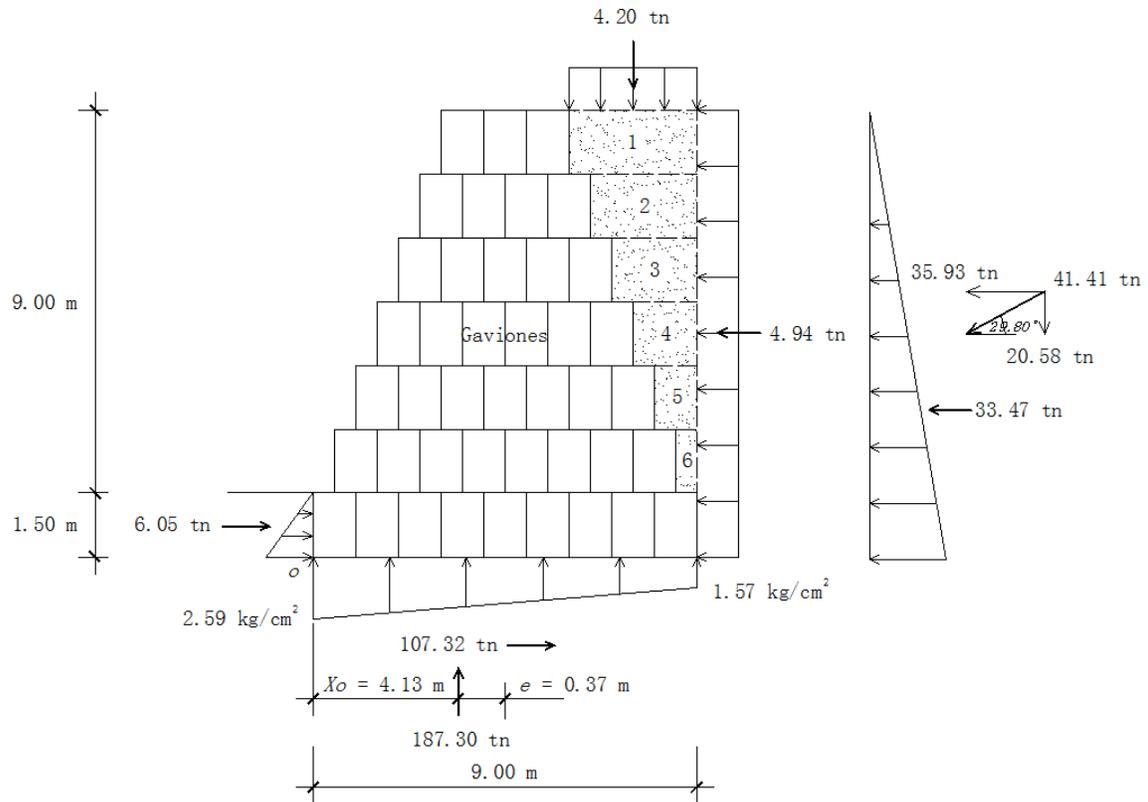
## 2.11. Estabilidad por capacidad admisible del terreno de cimentación

$$q_{\substack{\text{máx.} \\ \text{mín.}}} = \frac{\sum FV}{B} \pm \frac{6e\sum FV}{B^2} < \sigma_t$$

$$q_{\text{máx.}} = 25.95 \text{ tn/m}^2 = 2.59 \text{ kg/cm}^2 < 2.83 \text{ kg/cm}^2; \text{ Conforme}$$

$$q_{\text{mín.}} = 15.68 \text{ tn/m}^2 = 1.57 \text{ kg/cm}^2 < 2.83 \text{ kg/cm}^2; \text{ Conforme}$$

## 2.12. Croquis de resultados finales del diseño



## DISEÑO DE MURO GAVIÓN TIPO 1, $\phi = 30.31^\circ$

**TESIS** : ANALISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160

**UBICACIÓN:** SANTA ROSA – PALLASCA - ANCASH

**AUTOR** : DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL

**FECHA** : NOVIEMBRE DE 2,020

---

### I. DATOS PARA DISEÑO

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Tipo de gavión  | : 1                       |
| Progresiva  | : 0+990 – 1+010           |
| Esfuerzo permisible del terreno $\sigma_r$                | : 2.83 kg/cm <sup>2</sup> |
| Peso específico del material de relleno $\gamma_s$        | : 1,807 kg/m <sup>3</sup> |
| Peso específico piedra para gavión $\gamma_p$             | : 2,660 kg/m <sup>3</sup> |
| Sobrecarga sobre el relleno $W_{S/C}$                     | : 1,400 kg/m <sup>2</sup> |
| Ángulo de fricción interna del material de relleno $\phi$ | : 30.31°                  |
| Ángulo de talud del muro respecto a la vertical $\beta$   | : 0.00°                   |
| Ángulo de fricción entre suelo y muro $\delta$            | : 30.31°                  |
| Ángulo de inclinación del relleno $i$                     | : 0.00°                   |
| Altura libre del muro gavión $H_L$                        | : 9.00 m                  |
| Profundidad de desplante $D_f$                            | : 1.50 m                  |
| Factor de seguridad al deslizamiento $F.S.D.$             | : 1.5                     |
| Factor de seguridad al volteo $F.S.V.$                    | : 2.0                     |

Factor de zona  $Z$  : 0.35

Coefficiente sísmico de aceleración horizontal  $K_H = 0.50 Z$  : 0.175

Coefficiente sísmico de aceleración vertical  $K_V = 0.70 K_H$  : 0.123

Dimensiones de la caja gavión

- Largo : 1.00 m

- Ancho : 1.00 m

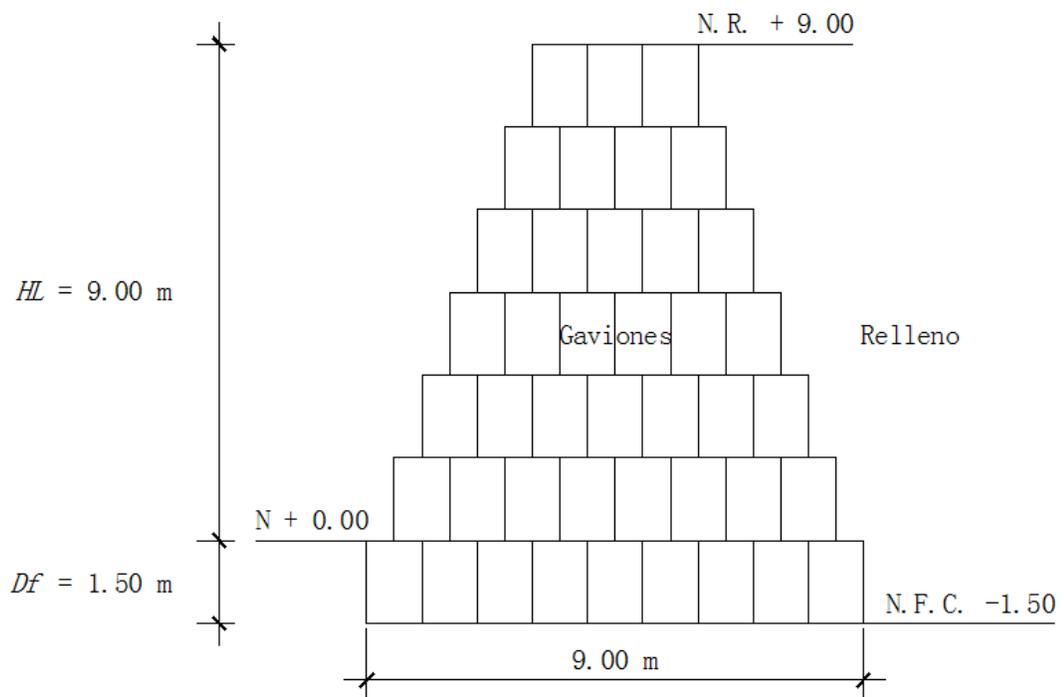
- Alto : 1.50 m

Numero de gaviones en la base : 9

Total número de gaviones : 42

## II. DISEÑO

### 2.1. Croquis del diseño



## 2.2. Peso específico del gavión

$$\gamma_g = 80\% \gamma_p$$

$$\gamma_g = 2,128.00 \text{ kg/m}^3$$

## 2.3. Cálculo de empuje del suelo

Usando la Teoría de Rankine, válida para suelo granular.

### 2.3.1. Cálculo de empuje activo

$$H_a = \frac{1}{2} C_a \cdot \gamma_s \cdot H_T^2$$
$$C_a = tg^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}$$

$$C_a = 0.329$$

$$H_T = 10.50 \text{ m}$$

$$H_a = 32.77 \text{ tn}$$

### 2.3.2. Cálculo de empuje pasivo

$$H_p = \frac{1}{2} C_p \cdot \gamma_s \cdot D_f^2$$
$$C_p = tg^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi}$$

$$C_p = 3.038$$

$$H_p = 6.18 \text{ tn}$$

### 2.3.3. Cálculo de empuje por sobrecarga

$$H_s = C_a \cdot h_s \cdot \gamma_s \cdot H_T$$

Dónde:  $h_s = \frac{W_{S/C}}{\gamma_s}$

$$H_s = 4.84 \text{ tn}$$

#### 2.4. Cálculo del coeficiente de fricción en la base

$$f = tg(\delta)$$

$$\delta = \emptyset; \text{ para muro hecho in situ}$$

$$f = 0.585$$

#### 2.5. Cálculo del empuje activo dinámico $E_{AE}$

##### 2.5.1. Ecuaciones del Método de Mononobe Okabe

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot (1 - K_V) K_{AE} \cdot H_T^2$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\emptyset - \theta - \beta)}{\psi \cos \theta \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos(\delta + \beta + \theta)}$$

$$\psi = \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\emptyset + \delta) \text{sen}(\emptyset - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta)}} \right]^2$$

$$\theta = \text{arc tg} \left( \frac{K_H}{1 - K_V} \right)$$

##### 2.5.2. Cálculo del ángulo $\theta$

$$\theta = 11.28^\circ$$

##### 2.5.3. Cálculo de $\psi$

$$\psi = 2.612$$

##### 2.5.4. Cálculo del coeficiente de empuje dinámico

$$K_{AE} = 0.467$$

##### 2.5.5. Cálculo del empuje activo dinámico

$$E_{AE} = 40.80 \text{ tn}$$

$$E_{AEh} = E_{AE} \cdot \cos \delta$$

$$E_{AEh} = 35.22 \text{ tn}$$

$$E_{AEv} = E_{AE} \cdot \text{sen} \delta$$

$$E_{AEv} = 20.59 \text{ tn}$$

2.6. Cálculo de la diferencia de empujes

$$\Delta E_{AEh} = E_{AEh} - E_A$$

$$\Delta E_{AEh} = 2.45 \text{ tn}$$

2.7. Determinación del punto de empuje activo dinámico, con respecto a la base del muro

$$\bar{H} = \frac{\Delta E_{AEh}(0.60H_T) + E_A(H_T/3)}{E_{AEh}}$$

$$\bar{H} = 3.69 \text{ m}$$

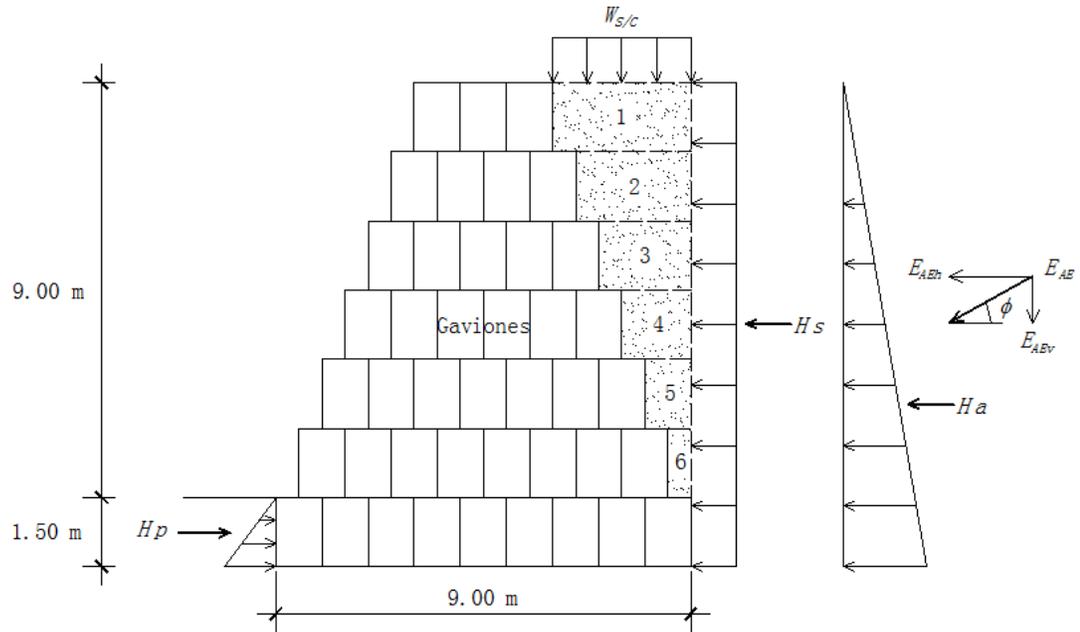
2.8. Cálculo del momento de volcamiento máximo de diseño, producido por el empuje activo dinámico con respecto al punto más bajo de la puntera del muro

2.8.1. Análisis usando la Segunda Práctica aceptable

$$M_{AEh} = E_{AEh} \cdot \bar{H}$$

$$M_{AEh} = 129.96 \text{ tn}$$

## 2.9. Determinación de la estabilidad del muro gavión



| Fuerzas horizontales            | Carga (tn)   | Brazo de palanca (m)             | Momento (tn.m) |
|---------------------------------|--------------|----------------------------------|----------------|
| Empuje activo                   | 32.77        | 3.50                             | 114.70         |
| Empuje pasivo                   | -6.18        | 0.50                             | -3.09          |
| Empuje S/C                      | 4.84         | 5.25                             | 25.41          |
| $E_{AEh}$                       | 35.22        | 3.69                             | 129.96         |
| <b><math>\Sigma FH =</math></b> | <b>66.65</b> | <b><math>\Sigma M_a =</math></b> | <b>266.98</b>  |

| <b>Fuerzas verticales</b>       | <b>Carga (tn)</b> | <b>Brazo de palanca (m)</b>      | <b>Momento (tn.m)</b> |
|---------------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Peso de gaviones                | 134.06            | 4.50                             | 603.29                |
| $W_{S/C}$                       | 4.20              | 7.50                             | 31.50                 |
| $E_{AEv}$                       | 20.59             | 9.00                             | 185.31                |
| Peso de relleno 1               | 8.13              | 7.50                             | 60.99                 |
| Peso de relleno 2               | 6.78              | 7.75                             | 52.52                 |
| Peso de relleno 3               | 5.42              | 8.00                             | 43.37                 |
| Peso de relleno 4               | 4.07              | 8.25                             | 33.54                 |
| Peso de relleno 5               | 2.71              | 8.50                             | 23.04                 |
| Peso de relleno 6               | 1.36              | 8.75                             | 11.86                 |
| <b><math>\Sigma FV =</math></b> | <b>187.31</b>     | <b><math>\Sigma M_r =</math></b> | <b>1,045.41</b>       |

### 2.9.1. Chequeo del factor de seguridad al deslizamiento

$$F.S.D. = \frac{f \cdot \Sigma FV}{\Sigma FH}$$

$$F.S.D. = 1.64 > 1.5; \text{ Conforme}$$

### 2.9.2. Chequeo del factor de seguridad al volteo

$$F.S.V. = \frac{\Sigma Mr}{\Sigma Ma}$$

$$F.S.V. = 3.92 > 2.0; \text{ Conforme}$$

## 2.10. Estabilidad contra el volteo

### 2.10.1. Ubicación de la resultante

$$X_o = \frac{\sum Mr - \sum Ma}{\sum FV}$$

$$X_o = 4.16 \text{ m}$$

### 2.10.2. Cálculo de la excentricidad en condición dinámica

$$e = \frac{B}{2} - X_o \leq \frac{B}{3}$$

$$e = 0.34 \text{ m} \leq 3.00 \text{ m}; \text{ Conforme}$$

$$e = 0.34 \text{ m}$$

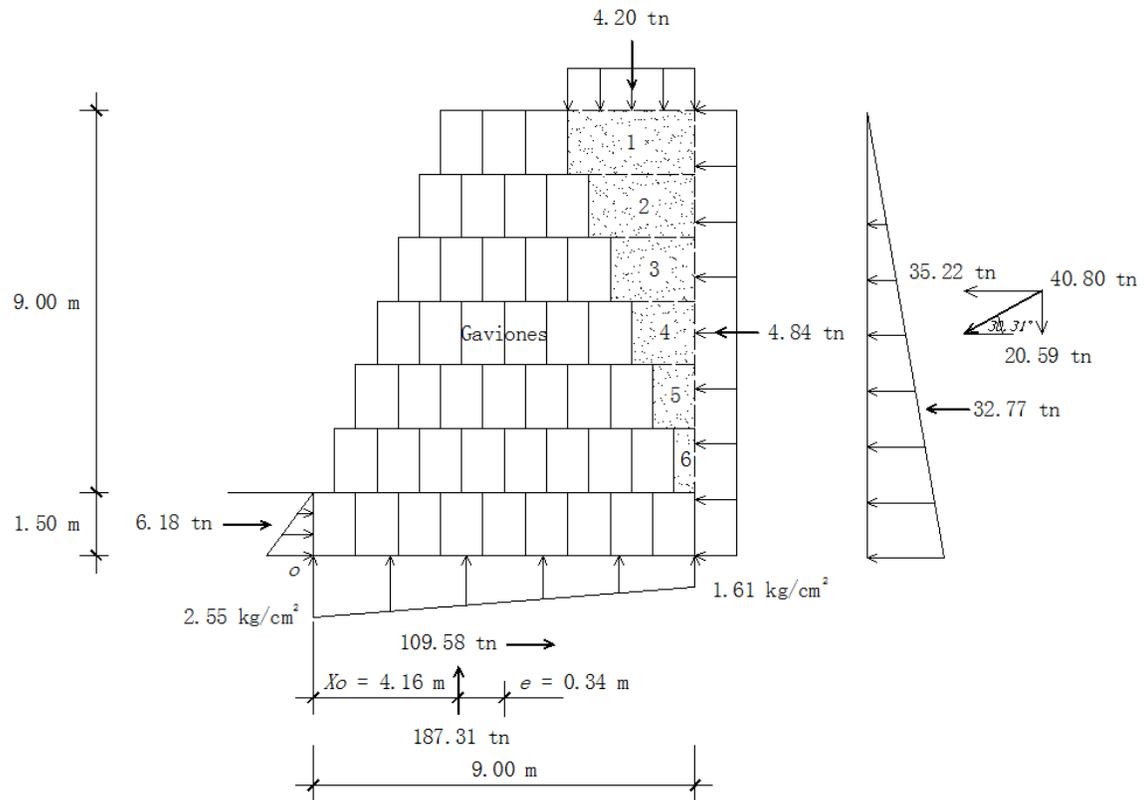
## 2.11. Estabilidad por capacidad admisible del terreno de cimentación

$$q_{\substack{\text{máx.} \\ \text{mín.}}} = \frac{\sum FV}{B} \pm \frac{6e\sum FV}{B^2} < \sigma_t$$

$$q_{\text{máx.}} = 25.53 \text{ tn/m}^2 = 2.55 \text{ kg/cm}^2 < 2.83 \text{ kg/cm}^2; \text{ Conforme}$$

$$q_{\text{mín.}} = 16.10 \text{ tn/m}^2 = 1.61 \text{ kg/cm}^2 < 2.83 \text{ kg/cm}^2; \text{ Conforme}$$

## 2.12. Croquis de resultados finales del diseño



## DISEÑO DE MURO GAVIÓN TIPO 2, $\phi = 29.80^\circ$

**TESIS** : ANALISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160

**UBICACIÓN:** SANTA ROSA – PALLASCA - ANCASH

**AUTOR** : DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL

**FECHA** : NOVIEMBRE DE 2,020

---

### I. DATOS PARA DISEÑO

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Tipo de gavión  | : 2                       |
| Progresiva  | : 1+040 – 1+170           |
| Esfuerzo permisible del terreno $\sigma_r$                | : 2.83 kg/cm <sup>2</sup> |
| Peso específico del material de relleno $\gamma_s$        | : 1,807 kg/m <sup>3</sup> |
| Peso específico piedra para gavión $\gamma_p$             | : 2,660 kg/m <sup>3</sup> |
| Sobrecarga sobre el relleno $W_{S/C}$                     | : 1,400 kg/m <sup>2</sup> |
| Ángulo de fricción interna del material de relleno $\phi$ | : 29.80°                  |
| Ángulo de talud del muro respecto a la vertical $\beta$   | : 0.00°                   |
| Ángulo de fricción entre suelo y muro $\delta$            | : 29.80°                  |
| Ángulo de inclinación del relleno $i$                     | : 0.00°                   |
| Altura libre del muro gavión $H_L$                        | : 6.00 m                  |
| Profundidad de desplante $D_f$                            | : 1.50 m                  |
| Factor de seguridad al deslizamiento $F.S.D.$             | : 1.5                     |
| Factor de seguridad al volteo $F.S.V.$                    | : 2.0                     |

Factor de zona  $Z$  : 0.35

Coefficiente sísmico de aceleración horizontal  $K_H = 0.50 Z$  : 0.175

Coefficiente sísmico de aceleración vertical  $K_V = 0.70 K_H$  : 0.123

Dimensiones de la caja gavión

- Largo : 1.00 m

- Ancho : 1.00 m

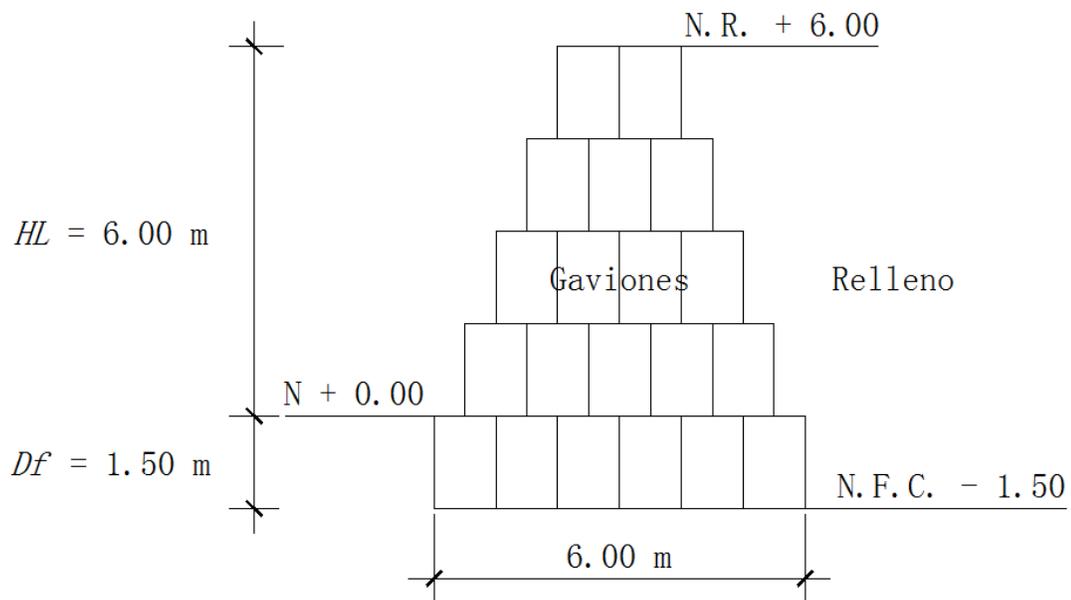
- Alto : 1.50 m

Numero de gaviones en la base : 6

Total número de gaviones : 20

## II. DISEÑO

### 2.1. Croquis del diseño



## 2.2. Peso específico del gavión

$$\gamma_g = 80\% \gamma_p$$

$$\gamma_g = 2,128.00 \text{ kg/m}^3$$

## 2.3. Cálculo de empuje del suelo

Usando la Teoría de Rankine, válida para suelo granular.

### 2.3.1. Cálculo de empuje activo

$$H_a = \frac{1}{2} C_a \cdot \gamma_s \cdot H_T^2$$
$$C_a = tg^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}$$

$$C_a = 0.336$$

$$H_T = 7.50 \text{ m}$$

$$H_a = 17.08 \text{ tn}$$

### 2.3.2. Cálculo de empuje pasivo

$$H_p = \frac{1}{2} C_p \cdot \gamma_s \cdot D_f^2$$
$$C_p = tg^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi}$$

$$C_p = 2.976$$

$$H_p = 6.05 \text{ tn}$$

### 2.3.3. Cálculo de empuje por sobrecarga

$$H_s = C_a \cdot h_s \cdot \gamma_s \cdot H_T$$

Dónde:  $h_s = \frac{W_{S/C}}{\gamma_s}$

$$H_s = 3.53 \text{ tn}$$

#### 2.4. Cálculo del coeficiente de fricción en la base

$$f = tg(\delta)$$

$$\delta = \emptyset; \text{ para muro hecho in situ}$$

$$f = 0.573$$

#### 2.5. Cálculo del empuje activo dinámico $E_{AE}$

##### 2.5.1. Ecuaciones del Método de Mononobe Okabe

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot (1 - K_V) K_{AE} \cdot H_T^2$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\emptyset - \theta - \beta)}{\psi \cos \theta \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos(\delta + \beta + \theta)}$$

$$\psi = \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\emptyset + \delta) \text{sen}(\emptyset - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta)}} \right]^2$$

$$\theta = \text{arc tg} \left( \frac{K_H}{1 - K_V} \right)$$

##### 2.5.2. Cálculo del ángulo $\theta$

$$\theta = 11.28^\circ$$

##### 2.5.3. Cálculo de $\psi$

$$\psi = 2.569$$

##### 2.5.4. Cálculo del coeficiente de empuje dinámico

$$K_{AE} = 0.474$$

##### 2.5.5. Cálculo del empuje activo dinámico

$$E_{AE} = 21.13 \text{ tn}$$

$$E_{AEh} = E_{AE} \cdot \cos \delta$$

$$E_{AEh} = 18.34 \text{ tn}$$

$$E_{AEv} = E_{AE} \cdot \text{sen} \delta$$

$$E_{AEv} = 10.50 \text{ tn}$$

2.6. Cálculo de la diferencia de empujes

$$\Delta E_{AEh} = E_{AEh} - E_A$$

$$\Delta E_{AEh} = 1.26 \text{ tn}$$

2.7. Determinación del punto de empuje activo dinámico, con respecto a la base del muro

$$\bar{H} = \frac{\Delta E_{AEh}(0.60H_T) + E_A(H_T/3)}{E_{AEh}}$$

$$\bar{H} = 2.64 \text{ m}$$

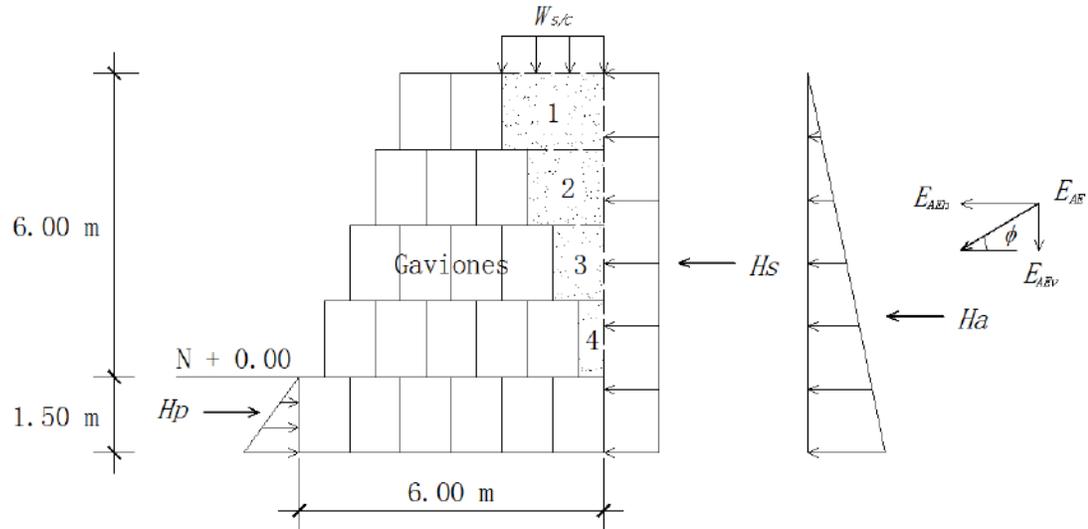
2.8. Cálculo del momento de volcamiento máximo de diseño, producido por el empuje activo dinámico con respecto al punto más bajo de la puntera del muro

2.8.1. Análisis usando la Segunda Práctica aceptable

$$M_{AEh} = E_{AEh} \cdot \bar{H}$$

$$M_{AEh} = 48.42 \text{ tn}$$

## 2.9. Determinación de la estabilidad del muro gavión



| Fuerzas horizontales | Carga (tn)   | Brazo de palanca (m) | Momento (tn.m) |
|----------------------|--------------|----------------------|----------------|
| Empuje activo        | 17.08        | 2.50                 | 42.70          |
| Empuje pasivo        | -6.05        | 0.50                 | -3.03          |
| Empuje S/C           | 3.53         | 3.75                 | 13.24          |
| $E_{AEh}$            | 18.34        | 2.64                 | 48.42          |
| $\Sigma FH =$        | <b>32.90</b> | $\Sigma M_a =$       | <b>101.33</b>  |

| <b>Fuerzas verticales</b>       | <b>Carga (tn)</b> | <b>Brazo de palanca (m)</b>      | <b>Momento (tn.m)</b> |
|---------------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Peso de gaviones                | 63.84             | 3.00                             | 191.52                |
| $W_{S/C}$                       | 2.80              | 5.00                             | 14.00                 |
| $E_{AEv}$                       | 10.50             | 6.00                             | 63.00                 |
| Peso de relleno 1               | 5.42              | 5.00                             | 27.11                 |
| Peso de relleno 2               | 4.07              | 5.25                             | 21.35                 |
| Peso de relleno 3               | 2.71              | 5.50                             | 14.91                 |
| Peso de relleno 4               | 1.36              | 5.75                             | 7.79                  |
| <b><math>\Sigma FV =</math></b> | <b>90.69</b>      | <b><math>\Sigma M_r =</math></b> | <b>339.67</b>         |

### 2.9.1. Chequeo del factor de seguridad al deslizamiento

$$F.S.D. = \frac{f \cdot \Sigma FV}{\Sigma FH}$$

$$F.S.D. = 1.58 > 1.5; \text{ Conforme}$$

### 2.9.2. Chequeo del factor de seguridad al volteo

$$F.S.V. = \frac{\Sigma Mr}{\Sigma Ma}$$

$$F.S.V. = 3.35 > 2.0; \text{ Conforme}$$

## 2.10. Estabilidad contra el volteo

### 2.10.1. Ubicación de la resultante

$$X_o = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Ma}{\Sigma FV}$$

$$X_o = 2.63 \text{ m}$$

2.10.2. Cálculo de la excentricidad en condición dinámica

$$e = \frac{B}{2} - X_o \leq \frac{B}{3}$$

$$e = 0.37 \text{ m} \leq 2.00 \text{ m}; \text{ Conforme}$$

$$e = 0.37 \text{ m}$$

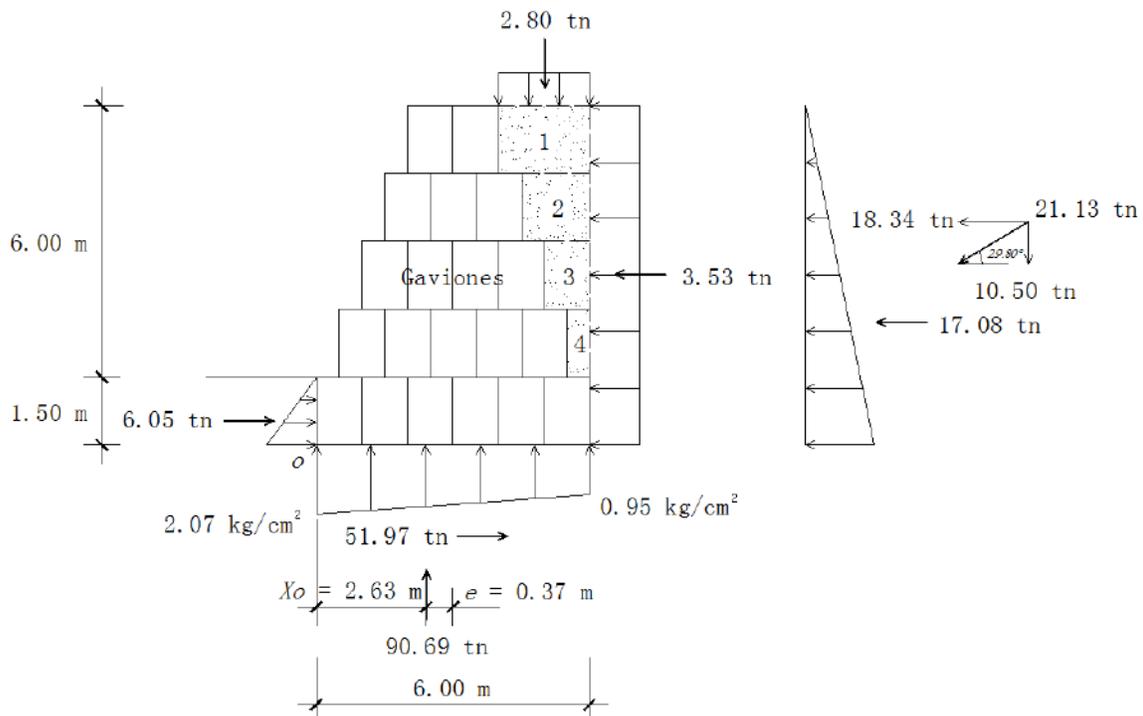
2.11. Estabilidad por capacidad admisible del terreno de cimentación

$$q_{\text{máx.}} = \frac{\sum FV}{B} \pm \frac{6e \sum FV}{B^2} < \sigma_t$$

$$q_{\text{máx.}} = 20.71 \text{ tn/m}^2 = 2.07 \text{ kg/cm}^2 < 2.83 \text{ kg/cm}^2; \text{ Conforme}$$

$$q_{\text{mín.}} = 9.52 \text{ tn/m}^2 = 0.95 \text{ kg/cm}^2 < 2.83 \text{ kg/cm}^2; \text{ Conforme}$$

2.12. Croquis de resultados finales del diseño



## DISEÑO DE MURO GAVIÓN TIPO 2, $\phi = 30.31^\circ$

**TESIS** : ANALISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160

**UBICACIÓN:** SANTA ROSA – PALLASCA - ANCASH

**AUTOR** : DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL

**FECHA** : NOVIEMBRE DE 2,020

---

### I. DATOS PARA DISEÑO

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Tipo de gavión  | : 2                       |
| Progresiva  | : 1+040 – 1+170           |
| Esfuerzo permisible del terreno $\sigma_r$                | : 2.83 kg/cm <sup>2</sup> |
| Peso específico del material de relleno $\gamma_s$        | : 1,807 kg/m <sup>3</sup> |
| Peso específico piedra para gavión $\gamma_p$             | : 2,660 kg/m <sup>3</sup> |
| Sobrecarga sobre el relleno $W_{S/C}$                     | : 1,400 kg/m <sup>2</sup> |
| Ángulo de fricción interna del material de relleno $\phi$ | : 30.31°                  |
| Ángulo de talud del muro respecto a la vertical $\beta$   | : 0.00°                   |
| Ángulo de fricción entre suelo y muro $\delta$            | : 30.31°                  |
| Ángulo de inclinación del relleno $i$                     | : 0.00°                   |
| Altura libre del muro gavión $H_L$                        | : 6.00 m                  |
| Profundidad de desplante $D_f$                            | : 1.50 m                  |
| Factor de seguridad al deslizamiento $F.S.D.$             | : 1.5                     |
| Factor de seguridad al volteo $F.S.V.$                    | : 2.0                     |

Factor de zona  $Z$  : 0.35

Coefficiente sísmico de aceleración horizontal  $K_H = 0.50 Z$  : 0.175

Coefficiente sísmico de aceleración vertical  $K_V = 0.70 K_H$  : 0.123

Dimensiones de la caja gavión

- Largo : 1.00 m

- Ancho : 1.00 m

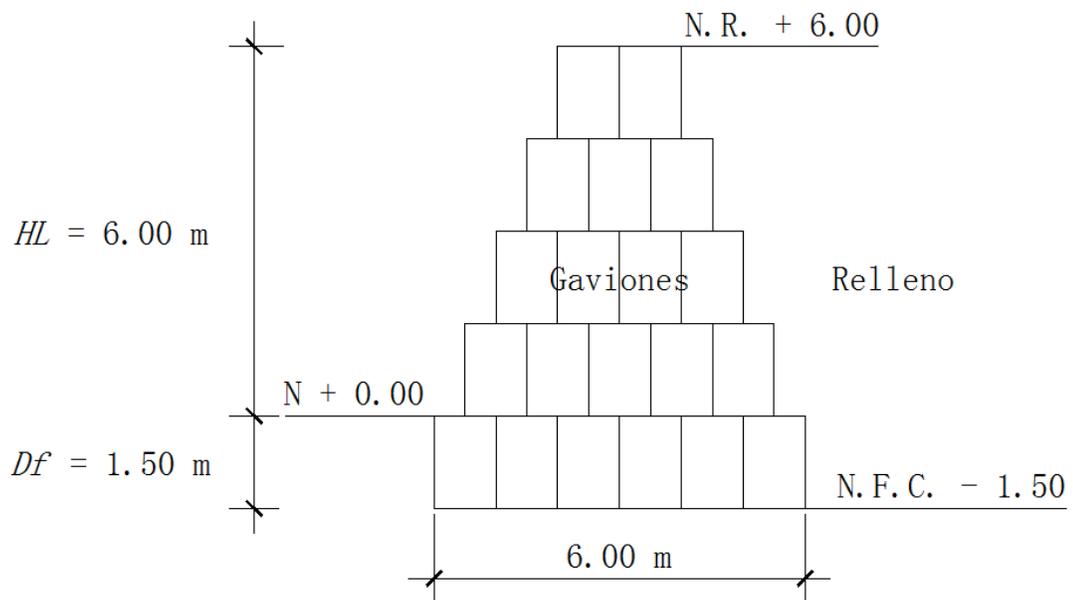
- Alto : 1.50 m

Numero de gaviones en la base : 6

Total número de gaviones : 20

## II. DISEÑO

### 2.1. Croquis del diseño



## 2.2. Peso específico del gavión

$$\gamma_g = 80\% \gamma_p$$

$$\gamma_g = 2,128.00 \text{ kg/m}^3$$

## 2.3. Cálculo de empuje del suelo

Usando la Teoría de Rankine, válida para suelo granular.

### 2.3.1. Cálculo de empuje activo

$$H_a = \frac{1}{2} C_a \cdot \gamma_s \cdot H_T^2$$
$$C_a = tg^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}$$

$$C_a = 0.329$$

$$H_T = 7.50 \text{ m}$$

$$H_a = 16.72 \text{ tn}$$

### 2.3.2. Cálculo de empuje pasivo

$$H_p = \frac{1}{2} C_p \cdot \gamma_s \cdot D_f^2$$
$$C_p = tg^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi}$$

$$C_p = 3.038$$

$$H_p = 6.18 \text{ tn}$$

### 2.3.3. Cálculo de empuje por sobrecarga

$$H_s = C_a \cdot h_s \cdot \gamma_s \cdot H_T$$

Dónde:  $h_s = \frac{W_{S/C}}{\gamma_s}$

$$H_s = 3.45 \text{ tn}$$

#### 2.4. Cálculo del coeficiente de fricción en la base

$$f = tg(\delta)$$

$$\delta = \emptyset; \text{ para muro hecho in situ}$$

$$f = 0.585$$

#### 2.5. Cálculo del empuje activo dinámico $E_{AE}$

##### 2.5.1. Ecuaciones del Método de Mononobe Okabe

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot (1 - K_V) K_{AE} \cdot H_T^2$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\emptyset - \theta - \beta)}{\psi \cos \theta \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos(\delta + \beta + \theta)}$$

$$\psi = \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\emptyset + \delta) \text{sen}(\emptyset - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta)}} \right]^2$$

$$\theta = \text{arc tg} \left( \frac{K_H}{1 - K_V} \right)$$

##### 2.5.2. Cálculo del ángulo $\theta$

$$\theta = 11.28^\circ$$

##### 2.5.3. Cálculo de $\psi$

$$\psi = 2.612$$

##### 2.5.4. Cálculo del coeficiente de empuje dinámico

$$K_{AE} = 0.467$$

##### 2.5.5. Cálculo del empuje activo dinámico

$$E_{AE} = 20.81 \text{ tn}$$

$$E_{AEh} = E_{AE} \cdot \cos \delta$$

$$E_{AEh} = 17.97 \text{ tn}$$

$$E_{AEv} = E_{AE} \cdot \text{sen} \delta$$

$$E_{AEv} = 10.50 \text{ tn}$$

2.6. Cálculo de la diferencia de empujes

$$\Delta E_{AEh} = E_{AEh} - E_A$$

$$\Delta E_{AEh} = 1.25 \text{ tn}$$

2.7. Determinación del punto de empuje activo dinámico, con respecto a la base del muro

$$\bar{H} = \frac{\Delta E_{AEh}(0.60H_T) + E_A(H_T/3)}{E_{AEh}}$$

$$\bar{H} = 2.64 \text{ m}$$

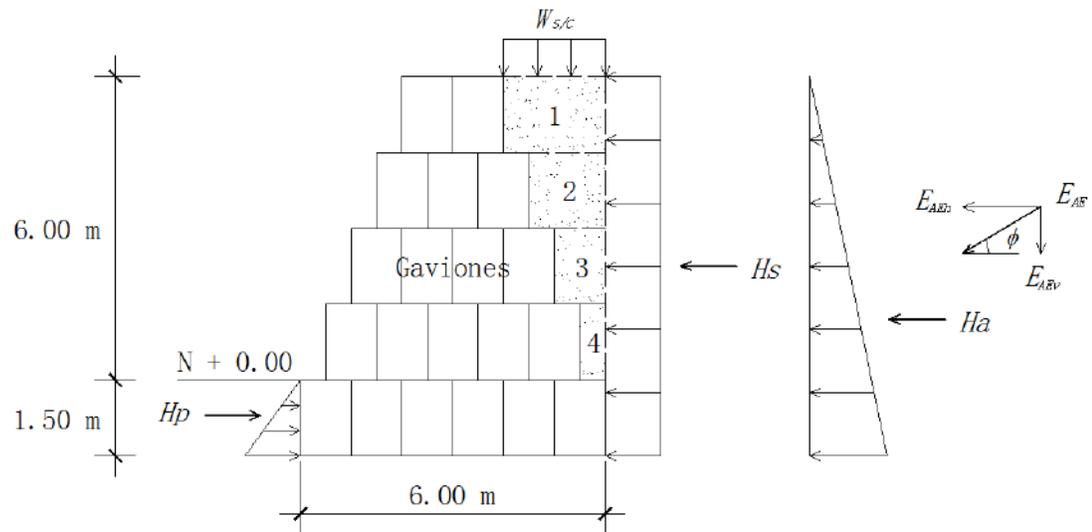
2.8. Cálculo del momento de volcamiento máximo de diseño, producido por el empuje activo dinámico con respecto al punto más bajo de la puntera del muro

2.8.1. Análisis usando la Segunda Práctica aceptable

$$M_{AEh} = E_{AEh} \cdot \bar{H}$$

$$M_{AEh} = 47.44 \text{ tn}$$

## 2.9. Determinación de la estabilidad del muro gavión



| Fuerzas horizontales | Carga (tn)   | Brazo de palanca (m) | Momento (tn.m)              |
|----------------------|--------------|----------------------|-----------------------------|
| Empuje activo        | 16.72        | 2.50                 | 41.80                       |
| Empuje pasivo        | -6.18        | 0.50                 | -3.09                       |
| Empuje S/C           | 3.45         | 3.75                 | 12.94                       |
| $E_{AEh}$            | 17.97        | 2.64                 | 47.44                       |
| $\Sigma FH =$        | <b>31.96</b> |                      | $\Sigma M_a =$ <b>99.09</b> |

| <b>Fuerzas verticales</b>       | <b>Carga (tn)</b> | <b>Brazo de palanca (m)</b>      | <b>Momento (tn.m)</b> |
|---------------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Peso de gaviones                | 63.84             | 3.00                             | 191.52                |
| $W_{S/C}$                       | 2.80              | 5.00                             | 14.00                 |
| $E_{AEv}$                       | 10.50             | 6.00                             | 63.00                 |
| Peso de relleno 1               | 5.42              | 5.00                             | 27.11                 |
| Peso de relleno 2               | 4.07              | 5.25                             | 21.35                 |
| Peso de relleno 3               | 2.71              | 5.50                             | 14.91                 |
| Peso de relleno 4               | 1.36              | 5.75                             | 7.79                  |
| <b><math>\Sigma FV =</math></b> | <b>90.69</b>      | <b><math>\Sigma M_r =</math></b> | <b>339.67</b>         |

### 2.9.1. Chequeo del factor de seguridad al deslizamiento

$$F.S.D. = \frac{f \cdot \Sigma FV}{\Sigma FH}$$

$$F.S.D. = 1.66 > 1.5; \text{ Conforme}$$

### 2.9.2. Chequeo del factor de seguridad al volteo

$$F.S.V. = \frac{\Sigma Mr}{\Sigma Ma}$$

$$F.S.V. = 3.43 > 2.0; \text{ Conforme}$$

## 2.10. Estabilidad contra el volteo

### 2.10.1. Ubicación de la resultante

$$X_o = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Ma}{\Sigma FV}$$

$$X_o = 2.65 \text{ m}$$

### 2.10.2. Cálculo de la excentricidad en condición dinámica

$$e = \frac{B}{2} - X_o \leq \frac{B}{3}$$

$$e = 0.35 \text{ m} \leq 2.00 \text{ m}; \text{ Conforme}$$

$$e = 0.35 \text{ m}$$

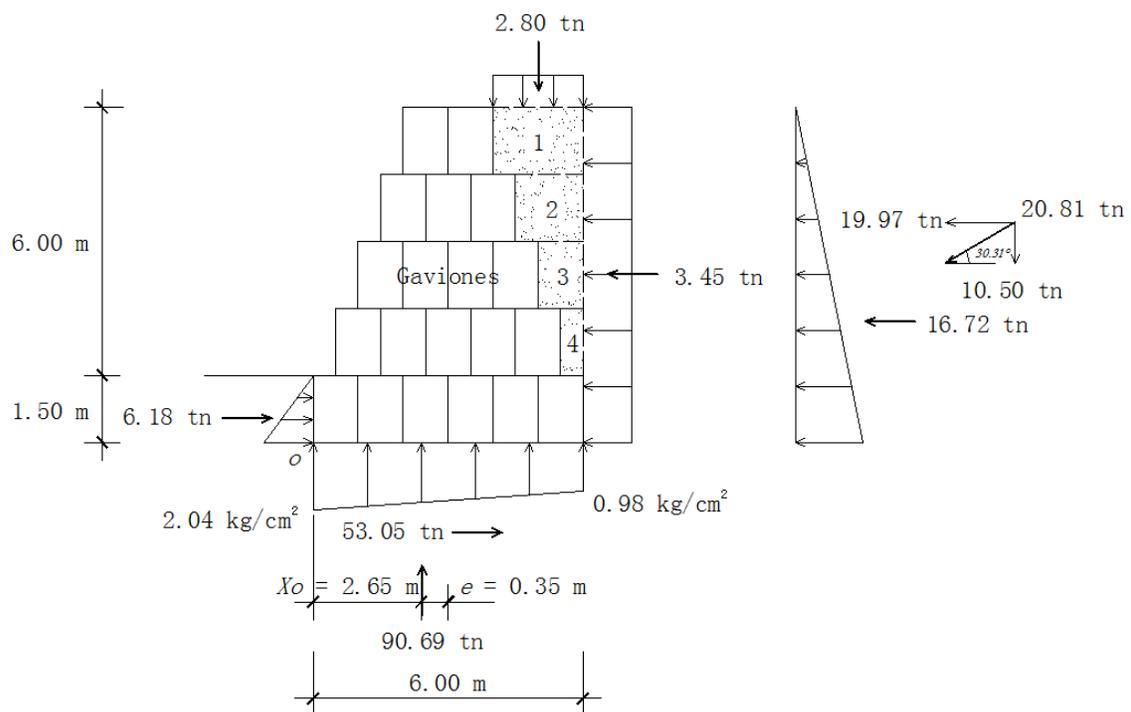
### 2.11. Estabilidad por capacidad admisible del terreno de cimentación

$$q_{\text{máx.}} = \frac{\sum FV}{B} \pm \frac{6e\sum FV}{B^2} < \sigma_t$$

$$q_{\text{máx.}} = 20.41 \text{ tn/m}^2 = 2.04 \text{ kg/cm}^2 < 2.83 \text{ kg/cm}^2; \text{ Conforme}$$

$$q_{\text{mín.}} = 9.83 \text{ tn/m}^2 = 0.98 \text{ kg/cm}^2 < 2.83 \text{ kg/cm}^2; \text{ Conforme}$$

### 2.12. Croquis de resultados finales del diseño



**ANEXO N° 6:**

**Proceso Constructivo de Muros Gaviones**

## 6. PROCEDIMIENTO EN LA CONSTRUCCION DE GAVIONES

Se considera importante describir el proceso constructivo de un gavión, por ser una alternativa viable económicamente, de instalación fácil y empleo de mano de obra no calificada y de la localidad donde se construye la obra.

### 6.1 TRAZADO Y PREPARACIÓN DE TERRENO

Se efectuará el trazo en el terreno con equipo de ingeniería, marcando el eje y ancho a ocupar el área de gaviones y el colchón antisocavante.

Luego se procederá a la línea de trazo, puede ser con empleo de tractor de oruga y bulldozer de 140 HP - 160 HP; el cual, uniformizará el trazo, eliminando arbustos, desniveles, o también con empleo de mano de obra y con las herramientas adecuadas.

### 6.2 ARMADO DE GAVIONES

Tiene fases definidas, como: apertura del fondo, doblado de paneles, amarre de paneles, colocado de cajas del primer nivel. Luego de llenados, se irá colocando en forma similar los siguientes tramos.

### 6.3 SELECCIÓN Y ACOPIO DE CANTOS RODADOS

Por lo general los cantos rodados existen en los ríos de la costa, los cuales con empleo de mano de obra son seleccionados según las dimensiones del caso. Esta labor se puede efectuar también con empleo de cargador frontal.

El material seleccionado será trasladado a los gaviones. Se tiene en consideración que para los colchones antisocavantes las dimensiones de los cantos rodados serán menores y en función a la velocidad, se tendrá en cuenta que deben ser resistentes a los impactos, tener buen peso específico y sus dimensiones serán 2,5 veces más que las dimensiones de la malla.

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑAS

### 6.4 LLENADO DE GAVIONES

Será efectuado con el empleo de mano de obra, colocando los cantos rodados dentro de las cajas, para evitar deformación y lograr una mejor vista. Se puede encofrar con empleo de madera. El atiramiento se efectuará al llegar el llenado a un tercio de la altura del gavión y consiste en amarrar con tirantes cruzados las caras opuestas verticales. Terminado se prosigue el llenado hasta su culminación; luego viene el colocado de las tapas y el amarre que será a los bordes de los paneles verticales. En forma similar se culminará por cajas todo el armado de la estructura gavionada. (Figura N° 29)

El alambre de amarre debe ser utilizado solamente para las costuras y los tirantes.

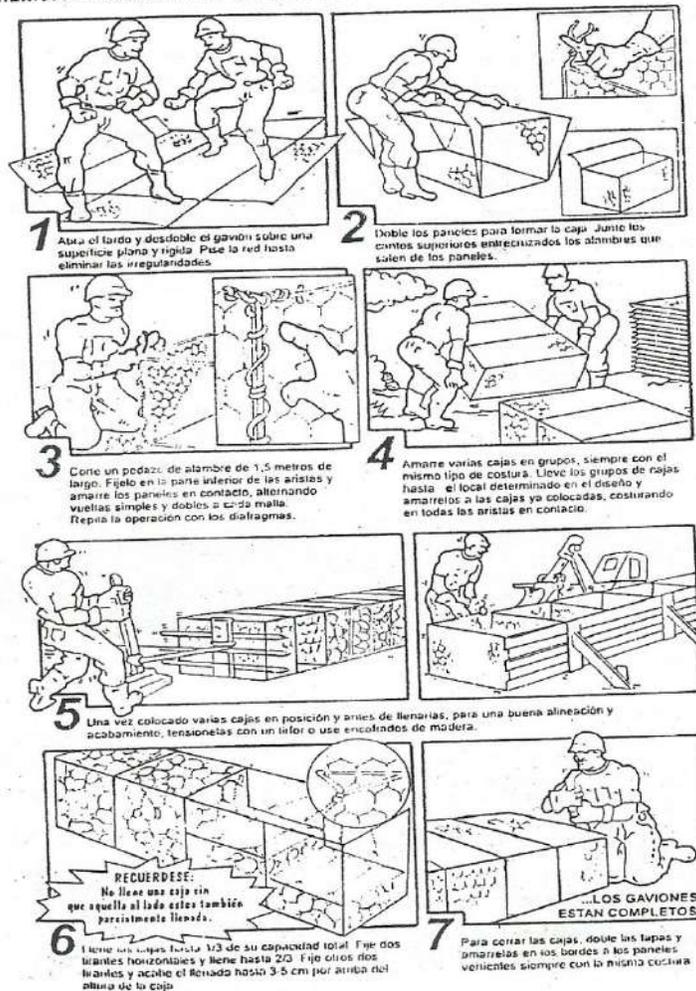


FIGURA N° 29. COLOCADO Y LLENADO DE GAVIONES.

**ANEXO N° 7:**

**Roca Arenisca**

## ROCA ARENISCA



*Figura.* Arenisca Cuarzosa.

### I. DESCRIPCIÓN

Las areniscas contienen espacios intersticiales entre sus granos. En rocas de origen reciente estos espacios están sin material sólido mientras que en rocas antiguas se encuentran rellenos de una matriz o de cemento de sílice o carbonato de calcio. Si los espacios intersticiales no están totalmente rellenos de minerales precipitados y hay cierta porosidad éstos pueden estar llenos de agua o petróleo. En cuanto a los granos se componen de cuarzo, feldespato o fragmentos de roca.

La piedra arenisca es una roca sedimentaria de color variable formada durante muchos años bajo la superficie de océanos, lagos y ríos. Las cualidades de la roca arenisca cambian con los tipos de minerales que se acumulan para formar la roca. El cuarzo es el material que más se encuentra en esta piedra y que le aporta su brillo y tono satinado. El ambiente donde los componentes de la arenisca se depositan determina su naturaleza.

Resistente a la corrosión, al desgaste y a la erosión, la arenisca puede ser cortada y pulida para crear elementos ornamentales. La arenisca se utiliza, entre otros usos, como material de construcción y como piedra de afilar.

## **II. CLASE**

Sedimentaria detrítica.

## **III. CARACTERÍSTICAS**

El color de esta roca depende del material cementado. Hay areniscas, café, rojas o rojizas en las que han actuado los óxidos de hierro. Otras blancas, amarillas y grisáceas compactadas por el sílice o carbonato.

La arenisca es una de las rocas más comunes y abundantes en la tierra. Constituye el 20% de rocas sedimentarias en el planeta, antecedida solo por la lutita. Es un mineral químicamente estable, resistente a la abrasión y sin exfoliación.

## **IV. TIPOLOGÍA**

La roca clástica es de granulado variable, por lo que se distingue en tres grupos. Las rocas de grano fino (0,2 mm), grano medio (0,63 cm) y grano grueso (2 mm).

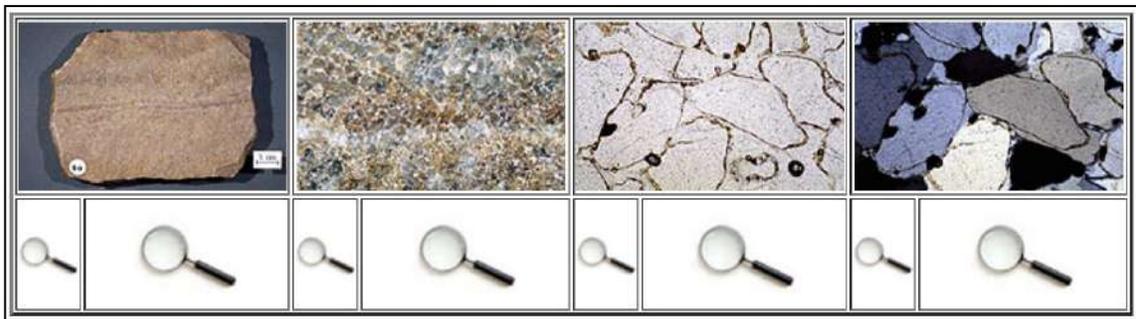
## **V. CLASIFICACIÓN**

Las areniscas se clasifican en ocho tipos, según la proporción de los componentes principales de cuarzo, feldespato y fragmentos de roca. Los cuales son los siguientes:

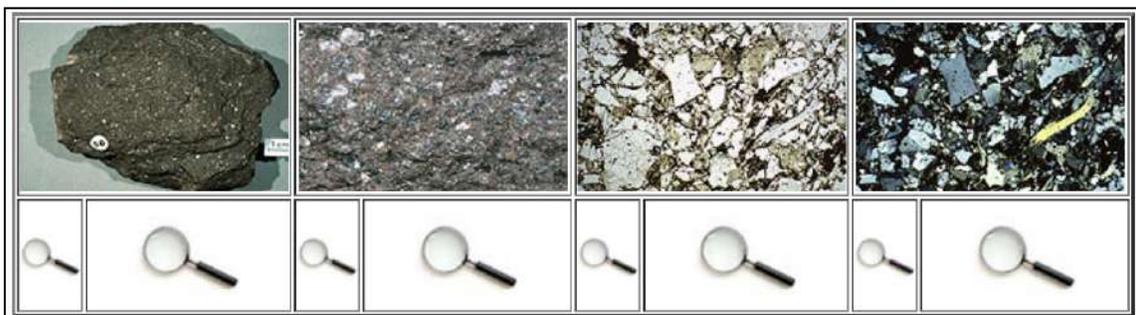
1. Cuarzoarenitas, que contienen más del 95 % de cuarzo.
2. Litoarenitas, contienen menos del 75 % de cuarzo y los fragmentos de roca superan a los feldespatos potásicos.
3. Arenitas feldespáticas, contienen menos del 75 % de cuarzo y el feldespato supera a los fragmentos de roca.
4. Arenitas sublíticas, contienen cuarzo entre 75 % y 95 % y los fragmentos de roca superan al feldespato.
5. Arenitas sub arcosas, contienen entre 75 % y 95 % de cuarzo y el feldespato supera a los fragmentos de roca.

6. Grauvaca lítica, que contiene menos del 95 % de cuarzo y más fragmentos de roca que de feldespato.
7. Grauvaca feldespática, que contiene menos del 95 % de cuarzo y más feldespato que fragmentos de roca.
8. Grauvaca de cuarzo, que contiene más del 95 % de cuarzo.

Imágenes de roca sedimentaria, constituida por clastos de tamaño de arena (2-0,02mm) y una matriz (o cemento) que los engloba.



**Cuarzoarenita.** Arenisca muy madura con más de un 95% de cuarzo. El ejemplar de las fotografías es una arenisca roja con clastos de cuarzo (sub redondeados) en una matriz también de cuarzo, que ha cristalizado en continuidad óptica con los granos (recrecimientos secundarios). La superficie de los clastos está recubierta de una fina película de compuestos de hierro.



**Arcosa.** Arenisca con menos del 15% de matriz, menos del 25% de cuarzo, menos del 25% de feldspatos y menos de un 75% de fragmentos rocosos. El ejemplar de las fotografías muestra clastos angulosos pobremente "sorted" de cuarzo, feldspatos

(microclina, ortoclasa y plagioclasa sódica) y fragmentos de rocas (granito, cuarcita y esquistos). La matriz es limosa con cuarzo, limonita, sericita, y en menor cantidad, clorita y albita. También están presentes algunos granos detríticos de moscovita, epidota, turmalina y magnetita.



**Grauvaca.** Arenisca con más del 15% de matriz. El ejemplar de las fotografías muestra clastos angulosos pobremente "sorted" de cuarzo, feldespatos (ortoclasa y plagioclasa sódica) y pocos fragmentos de rocas (granito, cuarcita y gneis). La matriz está constituida por clorita, cuarzo, sericita, carbonatos, lecoxeno, magnetita y pirita. También están presentes algunos granos detríticos de moscovita, esfena, turmalina y epidota.

## VI. AMBIENTE DE FORMACIÓN

Las arenas que dan lugar tras su cementación a las areniscas, pueden proceder y acumularse en numerosos ambientes sedimentarios; abanicos aluviales, ramblas, ríos, lagos, zonas litorales, fondos marinos, desiertos, etc. Los principales agentes de transporte de los granos de arena son el agua, el viento y los movimientos en masa por gravedad en ambientes sub aéreos o sub acuosos.

## VII. YACIMIENTOS

Siendo una roca sedimentaria con gran presencia en la tierra, puede hallarse en infinidad de lugares. Desde cordilleras jóvenes producto de la erosión rápida, hasta

terrenos planos en los que tardan años para constituirse. La roca Arenisca puede elevarse a la tierra y descomponerse en arena, que luego se deposita en lechos y vuelve a hacerse Arenisca. Es un ciclo que se repite y dura millones de años.

Es común verla bajo la superficie de mares, lagos y ríos. La arenisca se «asocia» con el petróleo y el gas natural. Estos elementos no se producen en ella, pero se cuelan entre los granos saturados de agua para salir a flote. Las compañías petroleras la usan junto a rocas no porosas como trampa para la migración de petróleo y gas.

## **VIII. USOS**

Gracias a sus propiedades aislantes y de durabilidad, dispone de multitud de usos:

- En construcción, como elemento arquitectónico y decorativo para pavimentar suelos gracias a su dureza.
- Creación de muros o el revestimiento de fachadas, presenta gran disponibilidad de modelos y colores que van del café al rosáceo, pasando por el tono crema o el rojizo.
- Para exteriores y lugares húmedos, las vetas coloridas de la arenisca ofrecen multitud de posibilidades decorativas.
- En construcción de chimeneas, destaca por su excelente calidad y resistencia al fuego.
- En industrias del metal, utilizada para la elaboración de moldes donde es vertido el hierro fundido.

**ANEXO N° 8:**

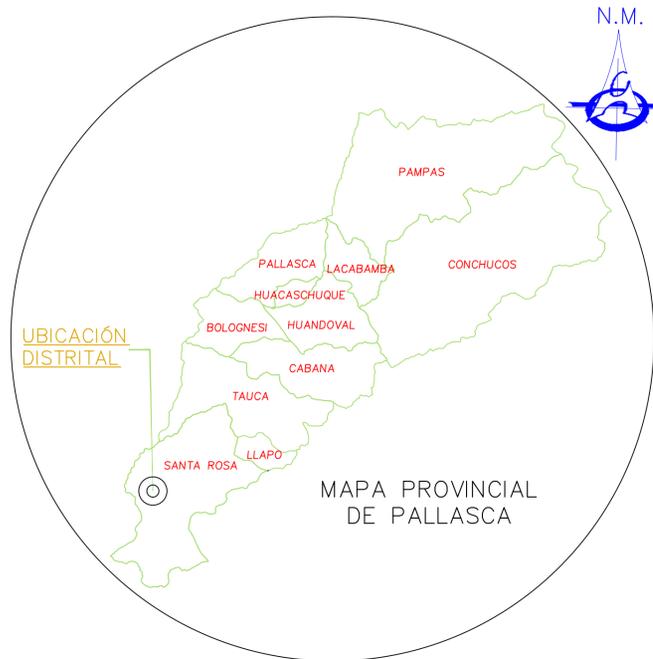
**Planos**



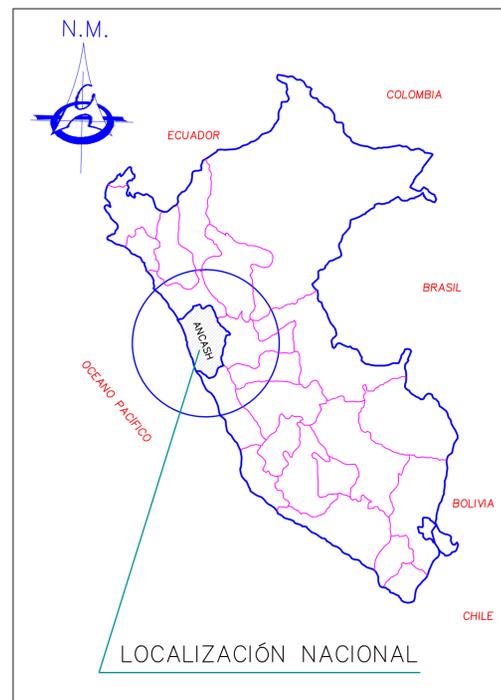
**PLANO DE UBICACIÓN**  
ESC. 1:20000



**PLANO DE LOCALIZACIÓN**  
ESC. S/E



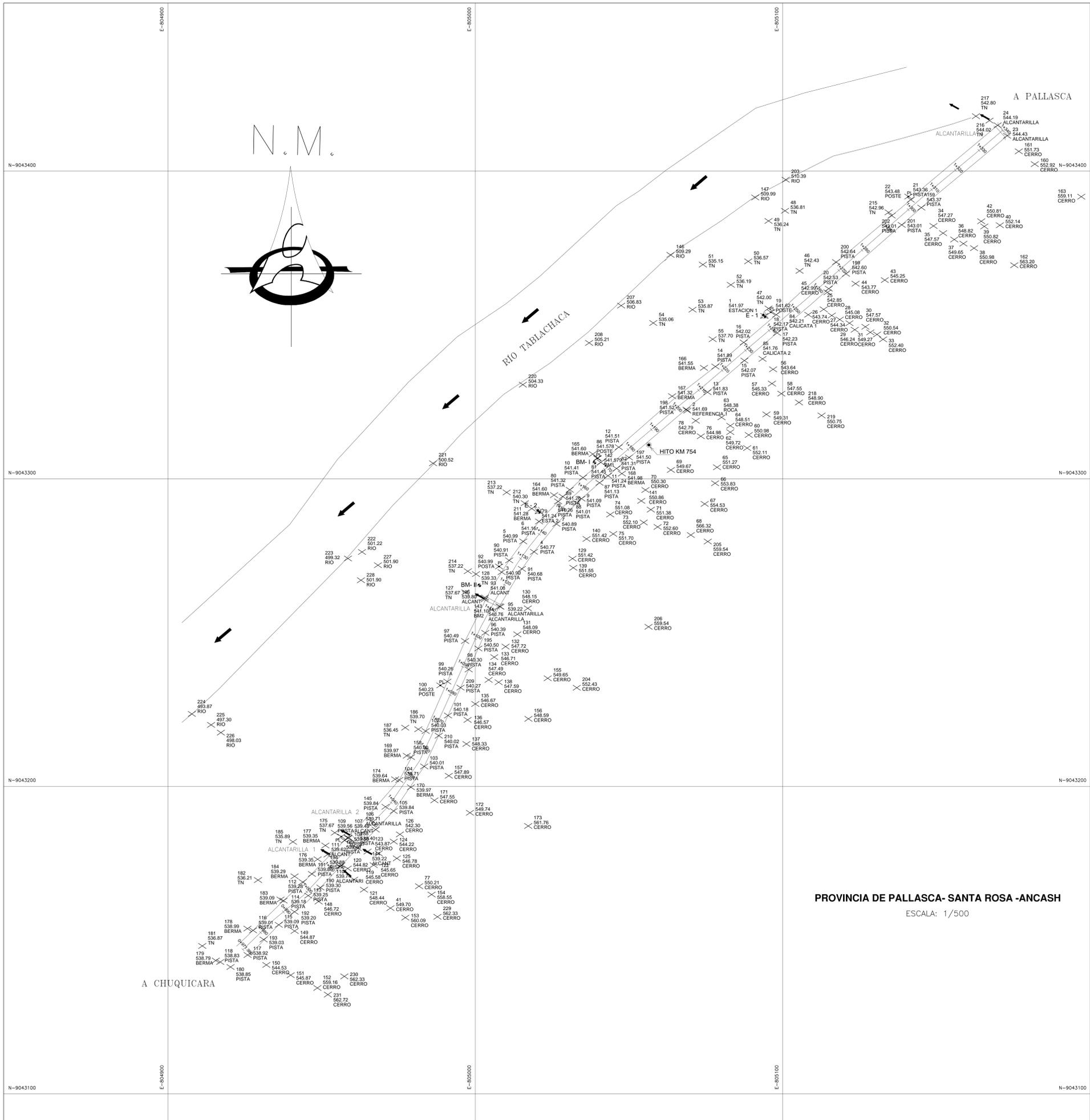
**PLANO DE UBICACIÓN PROVINCIAL**  
ESC. S/E



**PLANO DE LOCALIZACIÓN NACIONAL**  
ESC. S/E

| LEYENDA                |                      |
|------------------------|----------------------|
| RUTA                   | CÓDIGO               |
| Nacional               | 001N                 |
| Vecinal                | 500                  |
| Signos Convencionales  |                      |
| Superficie de Rodadura |                      |
|                        | Asfaltado            |
|                        | Capital Regional     |
|                        | Capital Provincial   |
|                        | Capital Distrital    |
|                        | Pueblo               |
|                        | Puente               |
|                        | Límite Departamental |
|                        | Límite Distrital     |
|                        | Río                  |

|   |                           |
|---|---------------------------|
|  <b>UNIVERSIDAD SAN PEDRO</b><br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |                           |
| ASESOR:   | AUTOR:                    |
| DR. CASTAÑEDA GAMBOA ROGELIO  | DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL |
| TESIS:<br><b>ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160</b>  |                           |
| PLANO:  | LÁMINA:                   |
| UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN  | <b>U - L</b>              |
| ESCALA:   | FECHA:                    |
| INDICADA  | AGOSTO - 2,020            |



| TABLA DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS |            |            |         |                 |
|------------------------------|------------|------------|---------|-----------------|
| Nº DE PUNTO                  | NORTE      | ESTE       | COTA    | OBSERVACIÓN     |
| 1                            | 9043352.99 | 805093.987 | 541.971 | Estación 1      |
| 2                            | 9043322.16 | 805068.944 | 541.691 | Referencia 1    |
| 3                            | 9043269.66 | 805008.551 | 540.904 | Pista           |
| 4                            | 9043276.24 | 805019.08  | 540.766 | Pista           |
| 5                            | 9043279.65 | 805015.569 | 540.933 | Pista           |
| 6                            | 9043286.13 | 805020.728 | 541.164 | Pista           |
| 7                            | 9043285.33 | 805026.368 | 540.890 | Pista           |
| 8                            | 9043292.67 | 805026.924 | 541.259 | Pista           |
| 9                            | 9043293.55 | 805034.536 | 541.086 | Pista           |
| 10                           | 9043300.41 | 805035.016 | 541.406 | Pista           |
| 11                           | 9043301.01 | 805043.149 | 541.237 | Pista           |
| 12                           | 9043310.29 | 805046.667 | 541.508 | Pista           |
| 13                           | 9043328.16 | 805075.517 | 541.828 | Pista           |
| 14                           | 9043336.51 | 805078.112 | 541.887 | Pista           |
| 15                           | 9043336.45 | 805087.529 | 542.071 | Pista           |
| 16                           | 9043344.34 | 805087.297 | 542.018 | Pista           |
| 17                           | 9043347.43 | 805098.145 | 542.233 | Pista           |
| 18                           | 9043353.35 | 805097.878 | 542.173 | Pista           |
| 19                           | 9043354.17 | 805096.136 | 541.621 | Poste           |
| 20                           | 9043361.83 | 805114.963 | 542.530 | Pista           |
| 21                           | 9043391.72 | 805141.652 | 543.358 | Pista           |
| 22                           | 9043391.77 | 805140.867 | 543.476 | Poste           |
| 23                           | 9043411.54 | 805172.992 | 544.430 | Alcantarilla    |
| 24                           | 9043414.95 | 805169.890 | 544.190 | Alcantarilla    |
| 25                           | 9043355.10 | 805113.315 | 542.851 | Cerro           |
| 26                           | 9043353.11 | 805115.944 | 543.739 | Cerro           |
| 27                           | 9043351.79 | 805118.545 | 544.339 | Cerro           |
| 28                           | 9043350.61 | 805121.705 | 545.078 | Cerro           |
| 29                           | 9043348.48 | 805123.427 | 546.237 | Cerro           |
| 30                           | 9043349.43 | 805126.885 | 547.570 | Cerro           |
| 31                           | 9043347.63 | 805128.482 | 549.275 | Cerro           |
| 32                           | 9043346.93 | 805130.656 | 550.538 | Cerro           |
| 33                           | 9043345.35 | 805132.644 | 552.399 | Cerro           |
| 34                           | 9043382.22 | 805149.036 | 547.270 | Cerro           |
| 35                           | 9043379.88 | 805152.147 | 547.565 | Cerro           |
| 36                           | 9043377.81 | 805155.803 | 548.823 | Cerro           |
| 37                           | 9043376.46 | 805158.766 | 549.654 | Cerro           |
| 38                           | 9043375.01 | 805162.219 | 550.977 | Cerro           |
| 39                           | 9043382.06 | 805165.561 | 550.820 | Cerro           |
| 40                           | 9043382.46 | 805170.634 | 552.139 | Cerro           |
| 41                           | 9043381.66 | 805168.650 | 551.213 | Cerro           |
| 42                           | 9043383.75 | 805164.570 | 550.812 | Cerro           |
| 43                           | 9043364.60 | 805133.196 | 545.249 | Cerro           |
| 44                           | 9043363.46 | 805123.689 | 543.771 | Cerro           |
| 45                           | 9043361.79 | 805116.384 | 542.487 | Cerro           |
| 46                           | 9043367.61 | 805105.470 | 542.427 | Terreno Natural |
| 47                           | 9043355.39 | 805095.372 | 542.000 | Terreno Natural |
| 48                           | 9043387.15 | 805100.725 | 538.813 | Terreno Natural |
| 49                           | 9043383.85 | 805095.365 | 536.238 | Terreno Natural |
| 50                           | 9043370.70 | 805088.761 | 536.574 | Terreno Natural |
| 51                           | 9043369.66 | 805074.027 | 535.151 | Terreno Natural |
| 52                           | 9043363.06 | 805083.131 | 536.187 | Terreno Natural |
| 53                           | 9043355.00 | 805070.647 | 535.874 | Terreno Natural |
| 54                           | 9043350.68 | 805057.881 | 535.058 | Terreno Natural |
| 55                           | 9043345.40 | 805077.214 | 537.699 | Terreno Natural |
| 56                           | 9043335.62 | 805096.849 | 543.645 | Cerro           |
| 57                           | 9043330.97 | 805096.484 | 545.330 | Cerro           |
| 58                           | 9043327.68 | 805099.549 | 547.550 | Cerro           |
| 59                           | 9043320.93 | 805094.694 | 549.306 | Cerro           |
| 60                           | 9043314.26 | 805088.942 | 550.977 | Cerro           |
| 61                           | 9043310.01 | 805088.419 | 552.107 | Cerro           |
| 62                           | 9043315.17 | 805082.933 | 549.716 | Cerro           |
| 63                           | 9043319.98 | 805080.091 | 548.380 | Roca            |
| 64                           | 9043317.26 | 805082.954 | 548.510 | Cerro           |
| 65                           | 9043303.76 | 805078.629 | 551.266 | Cerro           |
| 66                           | 9043298.57 | 805077.997 | 553.832 | Cerro           |
| 67                           | 9043291.85 | 805074.603 | 554.533 | Cerro           |
| 68                           | 9043281.72 | 805070.095 | 556.320 | Cerro           |
| 69                           | 9043302.87 | 805063.613 | 549.668 | Cerro           |
| 70                           | 9043296.37 | 805055.339 | 550.296 | Cerro           |
| 71                           | 9043289.98 | 805057.084 | 551.383 | Cerro           |
| 72                           | 9043284.35 | 805059.303 | 552.596 | Cerro           |
| 73                           | 9043285.80 | 805054.762 | 552.099 | Cerro           |
| 74                           | 9043288.40 | 805043.875 | 551.075 | Cerro           |
| 75                           | 9043282.08 | 805044.860 | 551.697 | Cerro           |
| 76                           | 9043313.84 | 805073.348 | 544.982 | Cerro           |
| 77                           | 9043315.81 | 805071.550 | 543.876 | Cerro           |
| 78                           | 9043318.88 | 805071.690 | 542.791 | Cerro           |
| 79                           | 9043289.47 | 805020.669 | 541.244 | Estación 2      |
| 80                           | 9043296.44 | 805030.725 | 541.317 | Pista           |
| 81                           | 9043305.36 | 805040.786 | 541.448 | Pista           |

| TABLA DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS |            |            |         |                 |
|------------------------------|------------|------------|---------|-----------------|
| Nº DE PUNTO                  | NORTE      | ESTE       | COTA    | OBSERVACIÓN     |
| 82                           | 9043303.35 | 805045.934 | 541.312 | Pista           |
| 83                           | 9043352.99 | 805093.987 | 541.970 | Pista           |
| 84                           | 9043353.36 | 805108.302 | 542.211 | Calicata 1      |
| 85                           | 9043339.00 | 805093.435 | 541.756 | Calicata 2      |
| 86                           | 9043306.78 | 805039.716 | 541.578 | Poste           |
| 87                           | 9043398.69 | 805040.401 | 541.126 | Pista           |
| 88                           | 9043292.16 | 805032.987 | 541.010 | Pista           |
| 89                           | 9043294.24 | 805028.419 | 541.258 | Pista           |
| 90                           | 9043273.48 | 805011.004 | 540.914 | Pista           |
| 91                           | 9043270.73 | 805015.150 | 540.681 | Pista           |
| 92                           | 9043271.49 | 805077.709 | 540.992 | Poste           |
| 93                           | 9043261.43 | 805003.153 | 541.079 | Alcantarilla    |
| 94                           | 9043258.55 | 805007.843 | 540.755 | Alcantarilla    |
| 95                           | 9043258.40 | 805008.143 | 539.222 | Alcantarilla    |
| 96                           | 9043249.91 | 805003.241 | 540.386 | Pista           |
| 97                           | 9043247.27 | 804996.655 | 540.490 | Pista           |
| 98                           | 9043238.00 | 804997.847 | 540.999 | Pista           |
| 99                           | 9043234.07 | 804990.897 | 540.263 | Pista           |
| 100                          | 9043232.83 | 804988.617 | 540.229 | Poste           |
| 101                          | 9043223.04 | 804991.113 | 540.179 | Pista           |
| 102                          | 9043218.00 | 804983.848 | 540.032 | Pista           |
| 103                          | 9043206.49 | 804983.354 | 540.014 | Pista           |
| 104                          | 9043202.08 | 804975.266 | 539.706 | Pista           |
| 105                          | 9043191.99 | 804973.446 | 539.838 | Pista           |
| 106                          | 9043185.94 | 804967.590 | 539.713 | Alcantarilla    |
| 107                          | 9043183.32 | 804958.622 | 539.483 | Alcantarilla    |
| 108                          | 9043183.30 | 804958.723 | 539.502 | Pista           |
| 109                          | 9043183.65 | 804956.399 | 539.558 | Poste           |
| 110                          | 9043173.94 | 804956.017 | 539.741 | Alcantarilla    |
| 111                          | 9043177.84 | 804951.918 | 539.621 | Alcantarilla    |
| 112                          | 9043168.89 | 804943.843 | 539.278 | Pista           |
| 113                          | 943164.47  | 804945.639 | 539.246 | Pista           |
| 114                          | 9043162.84 | 804937.603 | 539.180 | Pista           |
| 115                          | 9043154.99 | 804936.055 | 539.085 | Pista           |
| 116                          | 9043153.18 | 804927.689 | 539.010 | Pista           |
| 117                          | 9043145.19 | 804925.928 | 538.925 | Pista           |
| 118                          | 9043142.91 | 804917.015 | 538.833 | Pista           |
| 119                          | 9043169.69 | 804960.565 | 545.583 | Cerro           |
| 120                          | 9043173.30 | 804958.471 | 544.824 | Cerro           |
| 121                          | 9043166.40 | 804963.784 | 548.443 | Cerro           |
| 122                          | 9043174.39 | 804966.92  | 545.655 | Cerro           |
| 123                          | 9043178.21 | 804968.571 | 543.873 | Cerro           |
| 124                          | 9043182.05 | 804973.464 | 544.222 | Cerro           |
| 125                          | 9043176.60 | 804974.457 | 546.778 | Cerro           |
| 126                          | 9043184.40 | 804975.457 | 542.301 | Cerro           |
| 127                          | 9043263.10 | 804996.738 | 538.666 | Cerro           |
| 128                          | 9043269.03 | 805000.207 | 539.379 | Terreno Natural |
| 129                          | 9043274.05 | 805031.610 | 551.424 | Cerro           |
| 130                          | 9043257.90 | 805017.073 | 548.152 | Cerro           |
| 131                          | 9043249.44 | 805013.648 | 548.094 | Cerro           |
| 132                          | 9043245.44 | 805009.840 | 547.721 | Cerro           |
| 133                          | 9043242.03 | 805006.149 | 546.710 | Cerro           |
| 134                          | 9043234.62 | 805004.325 | 547.866 | Cerro           |
| 135                          | 9043226.79 | 805000.001 | 546.673 | Cerro           |
| 136                          | 9043221.61 | 804997.483 | 546.566 | Cerro           |
| 137                          | 9043213.80 | 804997.101 | 548.331 | Cerro           |
| 138                          | 9043233.84 | 805007.578 | 547.593 | Cerro           |
| 139                          | 9043271.07 | 805031.867 | 551.547 | Cerro           |
| 140                          | 9043280.45 | 805036.187 | 551.421 | Cerro           |
| 141                          | 9043292.81 | 805053.977 | 550.860 | Cerro           |

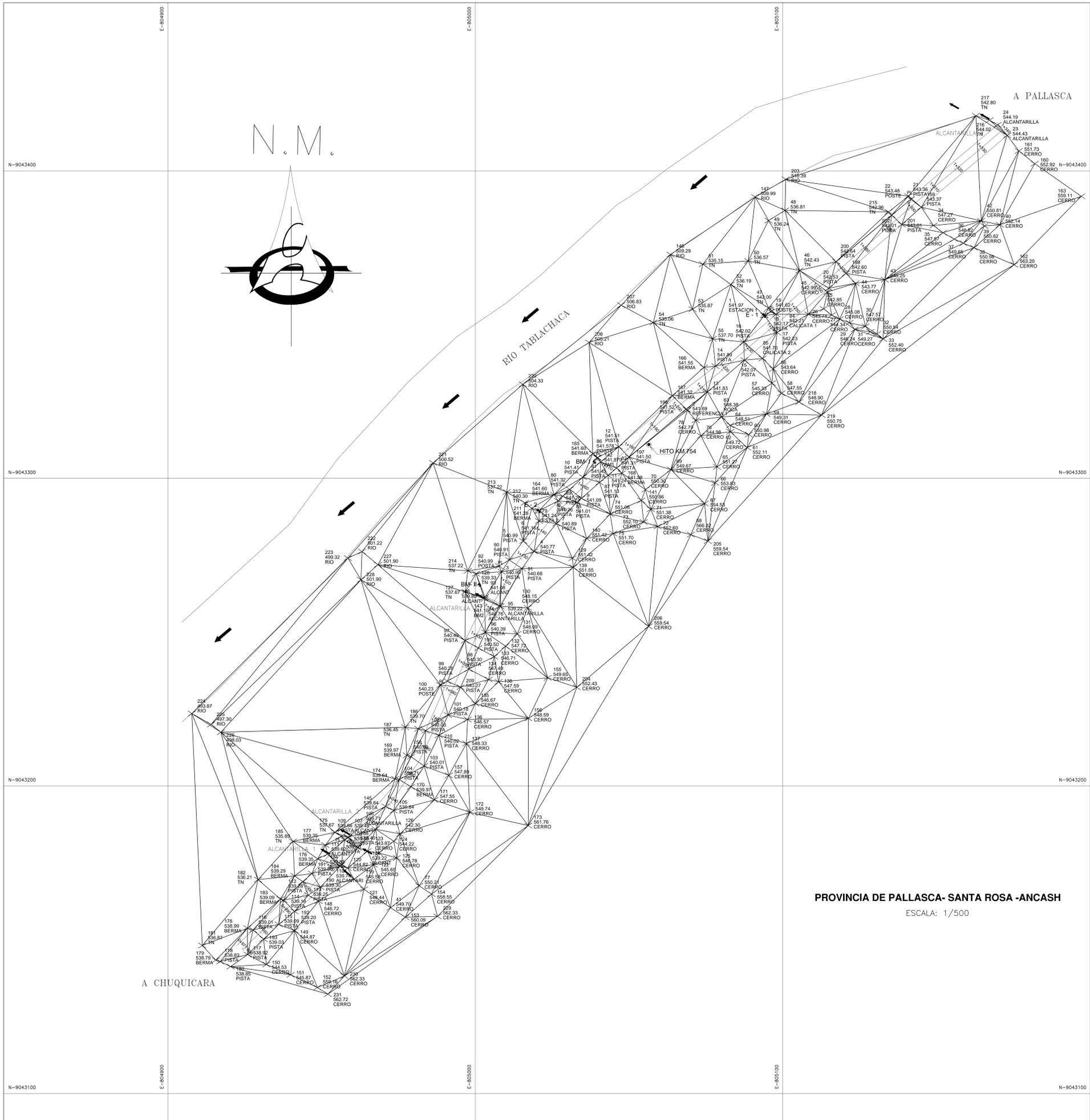
| TABLA DE BENCHS MARKS (BM#) |            |            |         |                |
|-----------------------------|------------|------------|---------|----------------|
| Nº DE PUNTO                 | NORTE      | ESTE       | COTA    | OBSERVACIÓN    |
| I                           | 9043306.65 | 805039.713 | 541.579 | Poste          |
| II                          | 9043260.81 | 805002.969 | 541.098 | Alcantarilla 3 |

| LEYENDA |                         |
|---------|-------------------------|
|         | COORDENADAS             |
|         | NORTE MAGNÉTICO         |
|         | BENCH MARK              |
|         | POSTE EXISTENTE         |
|         | PUNTO TOPOGRÁFICO       |
|         | PROGRESIVAS             |
|         | CARRTERA DE PENETRACIÓN |
|         | SENTIDO DE FLUJO        |
|         | ALCANTARILLA            |
|         | HITO KILOMÉTRICO        |
|         | PUNTO TOPOGRÁFICO       |

PROVINCIA DE PALLASCA- SANTA ROSA -ANCASH  
 ESCALA: 1/500

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

|   |  |
|---|--|
| ASESOR:<br><b>DR. CASTAÑEDA GAMBOA ROGELIO</b>  | AUTOR:<br><b>DIÁZ BETETA BRENDA ISABEL</b> |
| TESIS:<br><b>ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRTERA PALLASCA KM 1+160</b> |  |
| PLANO:<br><b>TOPOGRÁFICO - PUNTOS</b>   | LÁMINA:<br><b>T- 01</b>                    |
| ESCALA:<br><b>1/500</b>   | FECHA:<br><b>AGOSTO - 2020</b>             |



| TABLA DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS |            |            |         |                 |
|------------------------------|------------|------------|---------|-----------------|
| N° DE PUNTO                  | NORTE      | ESTE       | COTA    | OBSERVACIÓN     |
| 1                            | 9043352.99 | 805093.987 | 541.971 | Estación 1      |
| 2                            | 9043322.16 | 805068.944 | 541.691 | Referencia 1    |
| 3                            | 9043269.66 | 805008.551 | 540.904 |                 |
| 4                            | 9043276.24 | 805019.08  | 540.766 | Pista           |
| 5                            | 9043279.65 | 805015.569 | 540.993 | Pista           |
| 6                            | 9043286.13 | 805020.728 | 541.164 | Pista           |
| 7                            | 9043285.33 | 805026.368 | 540.890 | Pista           |
| 8                            | 9043292.67 | 805026.924 | 541.259 | Pista           |
| 9                            | 9043293.55 | 805034.536 | 541.086 | Pista           |
| 10                           | 9043300.41 | 805035.016 | 541.406 | Pista           |
| 11                           | 9043301.01 | 805043.149 | 541.237 | Pista           |
| 12                           | 9043310.29 | 805046.667 | 541.508 | Pista           |
| 13                           | 9043328.16 | 805075.517 | 541.828 | Pista           |
| 14                           | 9043336.51 | 805078.112 | 541.887 | Pista           |
| 15                           | 9043338.45 | 805087.529 | 542.071 | Pista           |
| 16                           | 9043344.34 | 805087.297 | 542.018 | Pista           |
| 17                           | 9043347.43 | 805098.145 | 542.233 | Pista           |
| 18                           | 9043353.35 | 805097.878 | 542.173 | Pista           |
| 19                           | 9043354.17 | 805096.136 | 541.621 | Poste           |
| 20                           | 9043361.83 | 805114.963 | 542.530 | Pista           |
| 21                           | 9043391.72 | 805141.652 | 543.358 | Pista           |
| 22                           | 9043391.77 | 805140.867 | 543.476 | Poste           |
| 23                           | 9043411.54 | 805172.992 | 544.430 | Alcantarilla    |
| 24                           | 9043414.95 | 805169.890 | 544.190 | Alcantarilla    |
| 25                           | 9043355.10 | 805113.315 | 542.851 | Cerro           |
| 26                           | 9043353.11 | 805115.944 | 543.739 | Cerro           |
| 27                           | 9043351.79 | 805118.545 | 544.339 | Cerro           |
| 28                           | 9043350.61 | 805121.705 | 545.078 | Cerro           |
| 29                           | 9043348.48 | 805123.427 | 546.237 | Cerro           |
| 30                           | 9043349.43 | 805126.885 | 547.570 | Cerro           |
| 31                           | 9043347.63 | 805128.482 | 549.275 | Cerro           |
| 32                           | 9043346.93 | 805130.656 | 550.538 | Cerro           |
| 33                           | 9043345.33 | 805132.644 | 552.399 | Cerro           |
| 34                           | 9043382.22 | 805149.036 | 547.270 | Cerro           |
| 35                           | 9043379.88 | 805152.147 | 547.565 | Cerro           |
| 36                           | 9043377.81 | 805155.803 | 548.823 | Cerro           |
| 37                           | 9043376.46 | 805158.766 | 549.654 | Cerro           |
| 38                           | 9043375.01 | 805162.219 | 550.977 | Cerro           |
| 39                           | 9043382.06 | 805165.561 | 550.820 | Cerro           |
| 40                           | 9043382.46 | 805170.634 | 552.139 | Cerro           |
| 41                           | 9043381.66 | 805168.650 | 551.213 | Cerro           |
| 42                           | 9043383.75 | 805164.570 | 550.812 | Cerro           |
| 43                           | 9043364.60 | 805133.196 | 545.249 | Cerro           |
| 44                           | 9043363.46 | 805123.689 | 543.771 | Cerro           |
| 45                           | 9043361.79 | 805116.384 | 542.487 | Cerro           |
| 46                           | 9043367.61 | 805105.470 | 542.427 | Terreno Natural |
| 47                           | 9043355.39 | 805095.372 | 542.000 | Terreno Natural |
| 48                           | 9043387.15 | 805100.725 | 536.813 | Terreno Natural |
| 49                           | 9043383.85 | 805095.365 | 536.238 | Terreno Natural |
| 50                           | 9043370.70 | 805088.761 | 536.574 | Terreno Natural |
| 51                           | 9043369.66 | 805074.027 | 535.151 | Terreno Natural |
| 52                           | 9043363.06 | 805083.131 | 536.187 | Terreno Natural |
| 53                           | 9043355.00 | 805070.647 | 535.874 | Terreno Natural |
| 54                           | 9043350.68 | 805057.881 | 535.058 | Terreno Natural |
| 55                           | 9043345.40 | 805077.214 | 537.699 | Terreno Natural |
| 56                           | 9043335.62 | 805096.849 | 543.645 | Cerro           |
| 57                           | 9043330.97 | 805096.484 | 545.330 | Cerro           |
| 58                           | 9043327.68 | 805099.549 | 547.550 | Cerro           |
| 59                           | 9043320.93 | 805094.694 | 549.306 | Cerro           |
| 60                           | 9043314.26 | 805088.942 | 550.977 | Cerro           |
| 61                           | 9043310.01 | 805088.419 | 552.107 | Cerro           |
| 62                           | 9043315.17 | 805082.933 | 549.716 | Cerro           |
| 63                           | 9043319.98 | 805080.091 | 548.380 | Roca            |
| 64                           | 9043317.26 | 805082.954 | 548.510 | Cerro           |
| 65                           | 9043303.76 | 805078.629 | 551.266 | Cerro           |
| 66                           | 9043298.57 | 805077.997 | 553.832 | Cerro           |
| 67                           | 9043291.85 | 805074.603 | 554.533 | Cerro           |
| 68                           | 9043281.72 | 805070.095 | 556.320 | Cerro           |
| 69                           | 9043302.87 | 805063.613 | 549.668 | Cerro           |
| 70                           | 9043296.37 | 805055.339 | 550.296 | Cerro           |
| 71                           | 9043289.98 | 805057.084 | 551.383 | Cerro           |
| 72                           | 9043284.35 | 805059.303 | 552.996 | Cerro           |
| 73                           | 9043285.80 | 805054.762 | 552.099 | Cerro           |
| 74                           | 9043288.40 | 805043.875 | 551.075 | Cerro           |
| 75                           | 9043282.08 | 805044.860 | 551.697 | Cerro           |
| 76                           | 9043313.84 | 805073.348 | 544.982 | Cerro           |
| 77                           | 9043315.81 | 805071.550 | 543.876 | Cerro           |
| 78                           | 9043318.88 | 805071.690 | 542.791 | Cerro           |
| 79                           | 9043289.47 | 805020.669 | 541.244 | Estación 2      |
| 80                           | 9043296.44 | 805030.725 | 541.317 | Pista           |
| 81                           | 9043305.36 | 805040.786 | 541.448 | Pista           |

| TABLA DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS |            |            |         |                 |
|------------------------------|------------|------------|---------|-----------------|
| N° DE PUNTO                  | NORTE      | ESTE       | COTA    | OBSERVACIÓN     |
| 82                           | 9043303.35 | 805045.934 | 541.312 | Pista           |
| 83                           | 9043352.99 | 805093.987 | 541.970 | Pista           |
| 84                           | 9043353.36 | 805108.302 | 542.211 | Calicata 1      |
| 85                           | 9043339.00 | 805093.435 | 541.756 | Calicata 2      |
| 86                           | 9043306.78 | 805039.716 | 541.578 | Poste           |
| 87                           | 9043328.69 | 805040.401 | 541.126 | Pista           |
| 88                           | 9043292.16 | 805032.987 | 541.010 | Pista           |
| 89                           | 9043294.24 | 805028.419 | 541.258 | Pista           |
| 90                           | 9043273.48 | 805011.004 | 540.914 | Pista           |
| 91                           | 9043270.73 | 805015.150 | 540.681 | Pista           |
| 92                           | 9043271.49 | 805077.709 | 540.992 | Poste           |
| 93                           | 9043261.43 | 805003.153 | 541.079 | Alcantarilla    |
| 94                           | 9043258.55 | 805007.843 | 540.755 | Alcantarilla    |
| 95                           | 9043258.40 | 805008.143 | 539.222 | Alcantarilla    |
| 96                           | 9043249.91 | 805003.241 | 540.386 | Pista           |
| 97                           | 9043247.27 | 804996.655 | 540.490 | Pista           |
| 98                           | 9043238.00 | 804997.847 | 540.999 | Pista           |
| 99                           | 9043234.07 | 804990.897 | 540.263 | Pista           |
| 100                          | 9043232.83 | 804988.617 | 540.229 | Poste           |
| 101                          | 9043223.04 | 804991.113 | 540.179 | Pista           |
| 102                          | 9043218.00 | 804983.848 | 540.032 | Pista           |
| 103                          | 9043206.49 | 804983.354 | 540.014 | Pista           |
| 104                          | 9043202.08 | 804975.266 | 539.706 | Pista           |
| 105                          | 9043191.99 | 804973.446 | 539.838 | Pista           |
| 106                          | 9043185.94 | 804967.590 | 539.713 | Alcantarilla    |
| 107                          | 9043183.32 | 804958.622 | 539.483 | Alcantarilla    |
| 108                          | 9043183.30 | 804958.723 | 539.502 | Pista           |
| 109                          | 9043183.65 | 804956.399 | 539.558 | Poste           |
| 110                          | 9043173.94 | 804956.017 | 539.741 | Alcantarilla    |
| 111                          | 9043177.84 | 804951.918 | 539.621 | Alcantarilla    |
| 112                          | 9043168.89 | 804943.843 | 539.278 | Pista           |
| 113                          | 943164.47  | 804945.639 | 539.246 | Pista           |
| 114                          | 9043162.84 | 804937.603 | 539.180 | Pista           |
| 115                          | 9043154.99 | 804936.055 | 539.085 | Pista           |
| 116                          | 9043153.18 | 804927.689 | 539.010 | Pista           |
| 117                          | 9043145.19 | 804925.928 | 538.925 | Pista           |
| 118                          | 9043142.91 | 804917.015 | 538.833 | Pista           |
| 119                          | 9043169.69 | 804960.565 | 545.583 | Cerro           |
| 120                          | 9043173.30 | 804958.471 | 544.824 | Cerro           |
| 121                          | 9043166.40 | 804963.784 | 548.443 | Cerro           |
| 122                          | 9043174.39 | 804966.92  | 545.655 | Cerro           |
| 123                          | 9043178.21 | 804968.571 | 543.873 | Cerro           |
| 124                          | 9043182.05 | 804973.464 | 544.222 | Cerro           |
| 125                          | 9043176.60 | 804974.457 | 546.778 | Cerro           |
| 126                          | 9043184.40 | 804975.457 | 542.301 | Cerro           |
| 127                          | 9043263.10 | 804996.738 | 538.666 | Cerro           |
| 128                          | 9043269.03 | 805000.207 | 539.379 | Terreno Natural |
| 129                          | 9043274.05 | 805010.310 | 551.424 | Cerro           |
| 130                          | 9043257.90 | 805017.073 | 548.152 | Cerro           |
| 131                          | 9043249.44 | 805013.648 | 548.094 | Cerro           |
| 132                          | 9043245.44 | 805009.840 | 547.721 | Cerro           |
| 133                          | 9043242.03 | 805006.149 | 546.710 | Cerro           |
| 134                          | 9043234.62 | 805004.325 | 547.686 | Cerro           |
| 135                          | 9043226.79 | 805000.001 | 546.473 | Cerro           |
| 136                          | 9043221.61 | 804997.483 | 546.566 | Cerro           |
| 137                          | 9043213.80 | 804997.101 | 548.331 | Cerro           |
| 138                          | 9043233.84 | 805007.578 | 547.593 | Cerro           |
| 139                          | 9043271.07 | 805031.867 | 551.547 | Cerro           |
| 140                          | 9043280.45 | 805036.187 | 551.421 | Cerro           |
| 141                          | 9043292.81 | 805053.977 | 550.860 | Cerro           |

| TABLA DE BENCHS MARKS (BMs) |            |            |         |                |
|-----------------------------|------------|------------|---------|----------------|
| N° DE PUNTO                 | NORTE      | ESTE       | COTA    | OBSERVACIÓN    |
| I                           | 9043306.65 | 805039.713 | 541.579 | Poste          |
| II                          | 9043260.81 | 805002.969 | 541.098 | Alcantarilla 3 |

| LEYENDA |                          |
|---------|--------------------------|
|         | COORDENADAS              |
|         | NORTE MAGNÉTICO          |
|         | BENCH MARK               |
|         | POSTE EXISTENTE          |
|         | PUNTO TOPOGRÁFICO        |
|         | PROGRESIVAS              |
|         | CARRETERA DE PENETRACIÓN |
|         | SENTIDO DE FLUJO         |
|         | ALCANTARILLA             |
|         | HITO KILOMÉTRICO         |
|         | LINEAS DE TRIANGULACIÓN  |

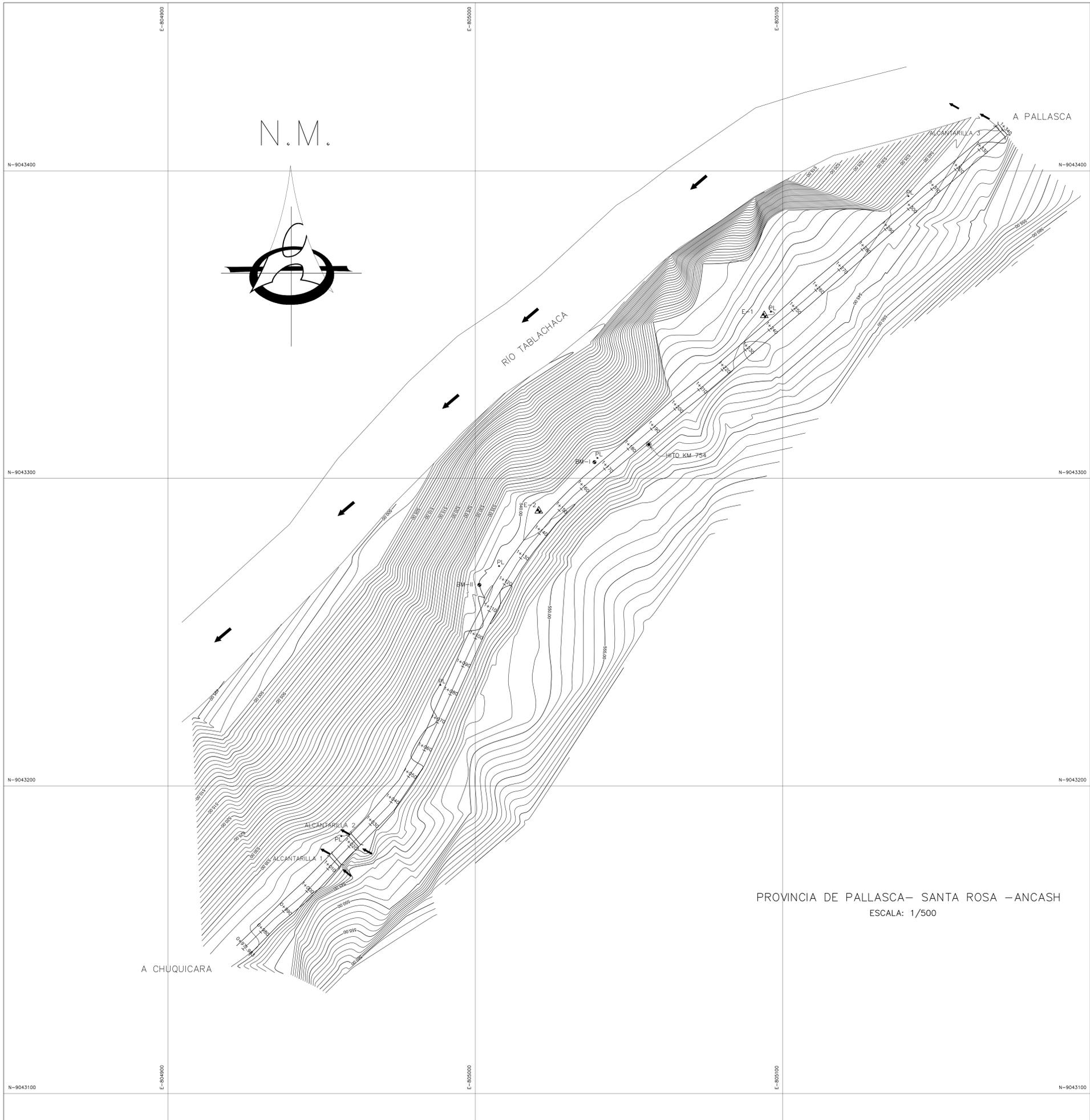
PROVINCIA DE PALLASCA- SANTA ROSA -ANCASH  
 ESCALA: 1/500

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

|                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| ASESOR:                      | AUTOR:                    |
| DR. CASTAÑEDA GAMBOA ROGELIO | DIÁZ BETETA BRENDA ISABEL |

TESIS:  
**ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160**

|                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| PLANO:<br>TOPOGRÁFICO - TRIANGULACIÓN | LÁMINA:<br><b>T- 02</b> |
| ESCALA:<br>1/500                      | FECHA:<br>AGOSTO - 2020 |



| TABLA DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS |            |            |         |                 |
|------------------------------|------------|------------|---------|-----------------|
| N° DE PUNTO                  | NORTE      | ESTE       | COTA    | OBSERVACIÓN     |
| 1                            | 9043352.99 | 805093.987 | 541.971 | Estación 1      |
| 2                            | 9043322.16 | 805068.944 | 541.691 | Referencia 1    |
| 3                            | 9043269.66 | 805008.551 | 540.904 | Pista           |
| 4                            | 9043276.24 | 805019.080 | 540.766 | Pista           |
| 5                            | 9043279.65 | 805015.569 | 540.993 | Pista           |
| 6                            | 9043286.13 | 805020.728 | 541.164 | Pista           |
| 7                            | 9043285.33 | 805026.368 | 540.890 | Pista           |
| 8                            | 9043292.67 | 805026.924 | 541.259 | Pista           |
| 9                            | 9043293.55 | 805034.536 | 541.086 | Pista           |
| 10                           | 9043300.41 | 805035.016 | 541.406 | Pista           |
| 11                           | 9043301.01 | 805043.149 | 541.237 | Pista           |
| 12                           | 9043310.29 | 805046.667 | 541.508 | Pista           |
| 13                           | 9043328.16 | 805075.517 | 541.828 | Pista           |
| 14                           | 9043336.51 | 805078.112 | 541.887 | Pista           |
| 15                           | 9043338.45 | 805087.529 | 542.071 | Pista           |
| 16                           | 9043344.34 | 805087.297 | 542.018 | Pista           |
| 17                           | 9043347.43 | 805096.145 | 542.233 | Pista           |
| 18                           | 9043353.35 | 805097.878 | 542.173 | Pista           |
| 19                           | 9043354.17 | 805096.136 | 541.621 | Poste           |
| 20                           | 9043361.83 | 805114.963 | 542.530 | Pista           |
| 21                           | 9043391.72 | 805141.652 | 543.358 | Pista           |
| 22                           | 9043391.77 | 805140.867 | 543.476 | Poste           |
| 23                           | 9043411.54 | 805172.992 | 544.430 | Alcantarilla    |
| 24                           | 9043414.95 | 805169.890 | 544.190 | Alcantarilla    |
| 25                           | 9043355.10 | 805113.315 | 542.851 | Cerro           |
| 26                           | 9043353.11 | 805115.944 | 543.739 | Cerro           |
| 27                           | 9043351.79 | 805118.545 | 544.339 | Cerro           |
| 28                           | 9043350.61 | 805121.705 | 545.078 | Cerro           |
| 29                           | 9043348.48 | 805123.427 | 546.237 | Cerro           |
| 30                           | 9043349.43 | 805126.885 | 547.570 | Cerro           |
| 31                           | 9043347.63 | 805128.482 | 549.275 | Cerro           |
| 32                           | 9043346.93 | 805130.656 | 550.538 | Cerro           |
| 33                           | 9043345.35 | 805132.644 | 552.399 | Cerro           |
| 34                           | 9043382.22 | 805149.036 | 547.270 | Cerro           |
| 35                           | 9043379.88 | 805152.147 | 547.565 | Cerro           |
| 36                           | 9043377.81 | 805155.803 | 548.823 | Cerro           |
| 37                           | 9043376.46 | 805158.766 | 549.654 | Cerro           |
| 38                           | 9043375.01 | 805162.219 | 550.977 | Cerro           |
| 39                           | 9043382.06 | 805165.561 | 550.820 | Cerro           |
| 40                           | 9043382.46 | 805170.634 | 552.139 | Cerro           |
| 41                           | 9043381.66 | 805168.650 | 551.213 | Cerro           |
| 42                           | 9043383.75 | 805164.570 | 550.812 | Cerro           |
| 43                           | 9043364.60 | 805133.196 | 545.249 | Cerro           |
| 44                           | 9043363.46 | 805123.689 | 543.771 | Cerro           |
| 45                           | 9043361.79 | 805116.384 | 542.487 | Cerro           |
| 46                           | 9043367.61 | 805105.470 | 542.427 | Terreno Natural |
| 47                           | 9043355.39 | 805095.372 | 542.000 | Terreno Natural |
| 48                           | 9043387.15 | 805100.725 | 536.813 | Terreno Natural |
| 49                           | 9043383.85 | 805095.365 | 536.238 | Terreno Natural |
| 50                           | 9043370.70 | 805088.761 | 536.574 | Terreno Natural |
| 51                           | 9043369.66 | 805074.027 | 535.151 | Terreno Natural |
| 52                           | 9043363.06 | 805083.131 | 536.187 | Terreno Natural |
| 53                           | 9043355.00 | 805070.647 | 535.874 | Terreno Natural |
| 54                           | 9043350.68 | 805057.881 | 535.058 | Terreno Natural |
| 55                           | 9043345.40 | 805077.214 | 537.699 | Terreno Natural |
| 56                           | 9043335.62 | 805096.849 | 543.645 | Cerro           |
| 57                           | 9043330.97 | 805096.484 | 545.330 | Cerro           |
| 58                           | 9043327.68 | 805099.549 | 547.550 | Cerro           |
| 59                           | 9043320.93 | 805094.694 | 549.306 | Cerro           |
| 60                           | 9043314.26 | 805088.942 | 550.977 | Cerro           |
| 61                           | 9043310.01 | 805088.419 | 552.107 | Cerro           |
| 62                           | 9043315.17 | 805082.933 | 549.716 | Cerro           |
| 63                           | 9043319.98 | 805080.091 | 548.380 | Roca            |
| 64                           | 9043317.26 | 805082.954 | 548.510 | Cerro           |
| 65                           | 9043303.76 | 805078.629 | 551.266 | Cerro           |
| 66                           | 9043298.57 | 805077.997 | 553.832 | Cerro           |
| 67                           | 9043291.85 | 805074.603 | 554.533 | Cerro           |
| 68                           | 9043281.72 | 805070.095 | 556.320 | Cerro           |
| 69                           | 9043302.87 | 805063.613 | 549.668 | Cerro           |
| 70                           | 9043296.37 | 805055.339 | 550.296 | Cerro           |
| 71                           | 9043289.98 | 805057.084 | 551.383 | Cerro           |
| 72                           | 9043284.35 | 805059.303 | 552.596 | Cerro           |
| 73                           | 9043285.80 | 805054.762 | 552.099 | Cerro           |
| 74                           | 9043288.40 | 805043.875 | 551.075 | Cerro           |
| 75                           | 9043282.08 | 805044.860 | 551.697 | Cerro           |
| 76                           | 9043313.84 | 805073.348 | 544.982 | Cerro           |
| 77                           | 9043315.81 | 805071.550 | 543.876 | Cerro           |
| 78                           | 9043318.88 | 805071.690 | 542.791 | Cerro           |
| 79                           | 9043289.47 | 805020.669 | 541.244 | Estación 2      |
| 80                           | 9043296.44 | 805030.725 | 541.317 | Pista           |
| 81                           | 9043305.36 | 805040.786 | 541.448 | Pista           |

| TABLA DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS |            |            |         |                 |
|------------------------------|------------|------------|---------|-----------------|
| N° DE PUNTO                  | NORTE      | ESTE       | COTA    | OBSERVACIÓN     |
| 82                           | 9043303.35 | 805045.934 | 541.312 | Pista           |
| 83                           | 9043352.99 | 805093.987 | 541.970 | Pista           |
| 84                           | 9043353.36 | 805108.302 | 542.211 | Calicata 1      |
| 85                           | 9043339.00 | 805093.435 | 541.756 | Calicata 2      |
| 86                           | 9043306.78 | 805039.716 | 541.578 | Poste           |
| 87                           | 9043298.69 | 805040.401 | 541.126 | Pista           |
| 88                           | 9043292.16 | 805032.967 | 541.010 | Pista           |
| 89                           | 9043294.24 | 805028.419 | 541.258 | Pista           |
| 90                           | 9043273.48 | 805011.004 | 540.914 | Pista           |
| 91                           | 9043270.73 | 805015.150 | 540.681 | Pista           |
| 92                           | 9043271.49 | 805007.709 | 540.992 | Poste           |
| 93                           | 9043261.43 | 805003.153 | 541.079 | Alcantarilla    |
| 94                           | 9043258.55 | 805007.843 | 540.755 | Alcantarilla    |
| 95                           | 9043258.40 | 805008.143 | 539.222 | Alcantarilla    |
| 96                           | 9043249.91 | 805003.241 | 540.386 | Pista           |
| 97                           | 9043247.27 | 804996.655 | 540.490 | Pista           |
| 98                           | 9043238.00 | 804997.847 | 540.999 | Pista           |
| 99                           | 9043234.07 | 804990.897 | 540.263 | Pista           |
| 100                          | 9043232.83 | 804988.617 | 540.229 | Poste           |
| 101                          | 9043223.04 | 804991.113 | 540.179 | Pista           |
| 102                          | 9043218.00 | 804983.848 | 540.032 | Pista           |
| 103                          | 9043206.49 | 804983.354 | 540.014 | Pista           |
| 104                          | 9043202.08 | 804975.266 | 539.706 | Pista           |
| 105                          | 9043191.99 | 804973.446 | 539.838 | Pista           |
| 106                          | 9043185.94 | 804967.590 | 539.713 | Alcantarilla    |
| 107                          | 9043183.32 | 804958.622 | 539.483 | Alcantarilla    |
| 108                          | 9043183.30 | 804958.723 | 539.502 | Pista           |
| 109                          | 9043183.65 | 804956.399 | 539.558 | Poste           |
| 110                          | 9043173.94 | 804956.017 | 539.741 | Alcantarilla    |
| 111                          | 9043177.84 | 804951.918 | 539.621 | Alcantarilla    |
| 112                          | 9043168.89 | 804943.843 | 539.278 | Pista           |
| 113                          | 9431640.47 | 804945.639 | 539.246 | Pista           |
| 114                          | 9043162.84 | 804937.603 | 539.180 | Pista           |
| 115                          | 9043154.99 | 804936.055 | 539.085 | Pista           |
| 116                          | 9043153.18 | 804927.689 | 539.010 | Pista           |
| 117                          | 9043145.19 | 804925.928 | 538.925 | Pista           |
| 118                          | 9043142.91 | 804917.015 | 538.833 | Pista           |
| 119                          | 9043169.69 | 804960.565 | 545.583 | Cerro           |
| 120                          | 9043173.30 | 804958.471 | 544.824 | Cerro           |
| 121                          | 9043166.40 | 804963.784 | 548.443 | Cerro           |
| 122                          | 9043174.39 | 804966.92  | 545.655 | Cerro           |
| 123                          | 9043178.21 | 804968.571 | 543.873 | Cerro           |
| 124                          | 9043182.05 | 804973.464 | 544.222 | Cerro           |
| 125                          | 9043176.60 | 804974.457 | 546.778 | Cerro           |
| 126                          | 9043184.40 | 804975.457 | 542.301 | Cerro           |
| 127                          | 9043263.10 | 804996.738 | 538.666 | Cerro           |
| 128                          | 9043269.03 | 805000.207 | 539.379 | Terreno Natural |
| 129                          | 9043274.05 | 805031.610 | 551.424 | Cerro           |
| 130                          | 9043257.90 | 805017.073 | 548.152 | Cerro           |
| 131                          | 9043249.44 | 805013.648 | 548.094 | Cerro           |
| 132                          | 9043245.44 | 805009.840 | 547.721 | Cerro           |
| 133                          | 9043242.03 | 805006.149 | 546.710 | Cerro           |
| 134                          | 9043234.62 | 805004.325 | 547.486 | Cerro           |
| 135                          | 9043226.79 | 805000.001 | 546.673 | Cerro           |
| 136                          | 9043221.61 | 804997.483 | 546.566 | Cerro           |
| 137                          | 9043213.80 | 804997.101 | 548.331 | Cerro           |
| 138                          | 9043233.84 | 805007.578 | 547.593 | Cerro           |
| 139                          | 9043271.07 | 805031.867 | 551.547 | Cerro           |
| 140                          | 9043280.45 | 805036.187 | 551.421 | Cerro           |
| 141                          | 9043292.81 | 805053.977 | 550.860 | Cerro           |

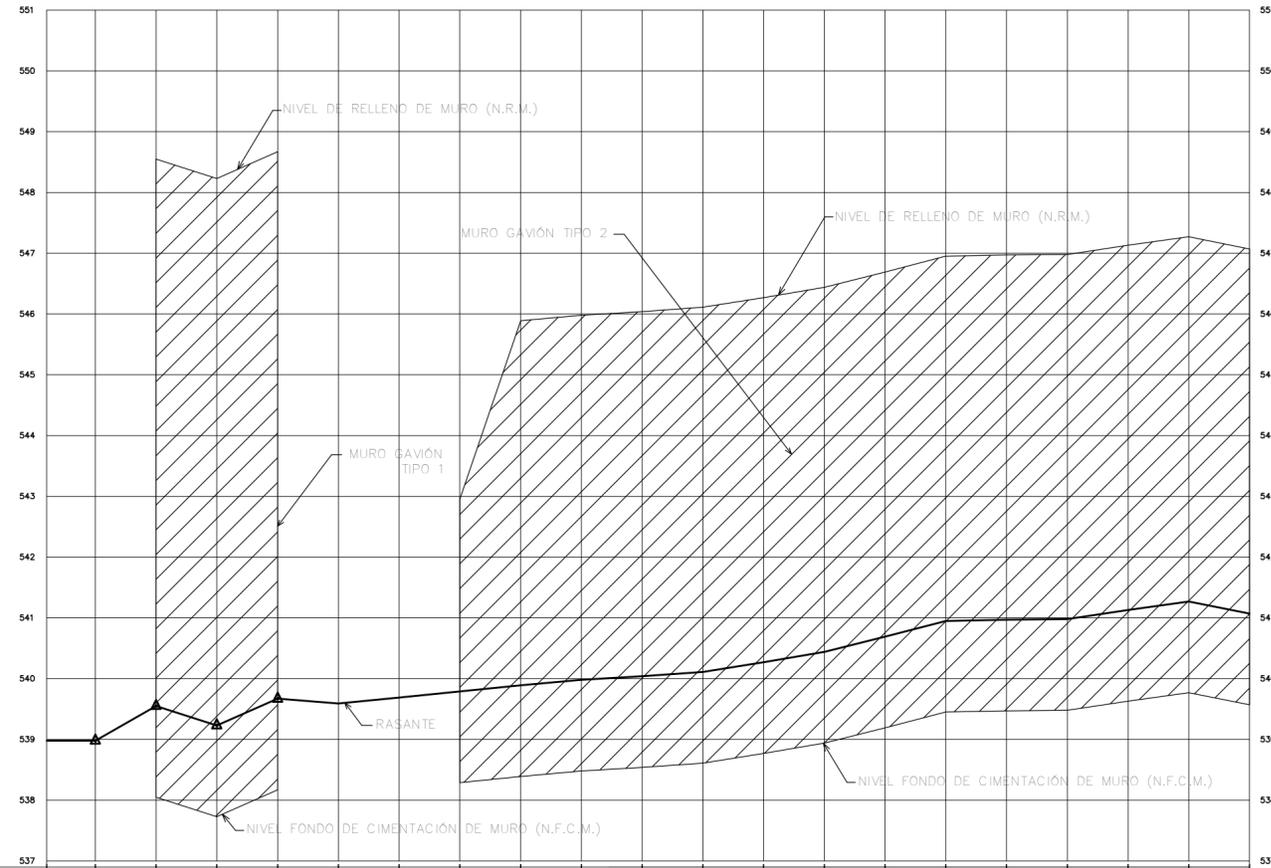
| TABLA DE BENCHS MARKS (BMs) |            |            |                 |
|-----------------------------|------------|------------|-----------------|
| N° DE PUNTO                 | NORTE      | ESTE       | OBSERVACIÓN     |
| I                           | 9043306.65 | 805039.713 | Poste           |
| II                          | 9043260.81 | 805002.969 | Terreno Natural |

| LEYENDA |                          |
|---------|--------------------------|
|         | COORDENADAS              |
|         | NORTE MAGNETICO          |
|         | CURVA MADRE              |
|         | CURVA SECUNDARIA         |
|         | BENCH MARK               |
|         | POSTE EXISTENTE          |
|         | PUNTO TOPOGRÁFICO        |
|         | PROGRESIVAS              |
|         | CARRETERA DE PENETRACIÓN |
|         | SENTIDO DE FLUJO         |
|         | ALCANTARILLA             |
|         | HITO KILOMÉTRICO         |

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

|  |                           |
|--|---------------------------|
| ASESOR:  | AUTOR:                    |
| DR. CASTAÑEDA GAMBOA ROGELIO   | DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL |
| TESIS:<br><b>ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160</b> |                           |
| PLANO:   | LÁMINA:                   |
| TOPOGRÁFICO - CURVAS   | T- 03                     |
| ESCALA:  | FECHA:                    |
| 1/500  | AGOSTO - 2,020            |

### CARRETERA A PALLASCA KM 0+971.983 - 1+170

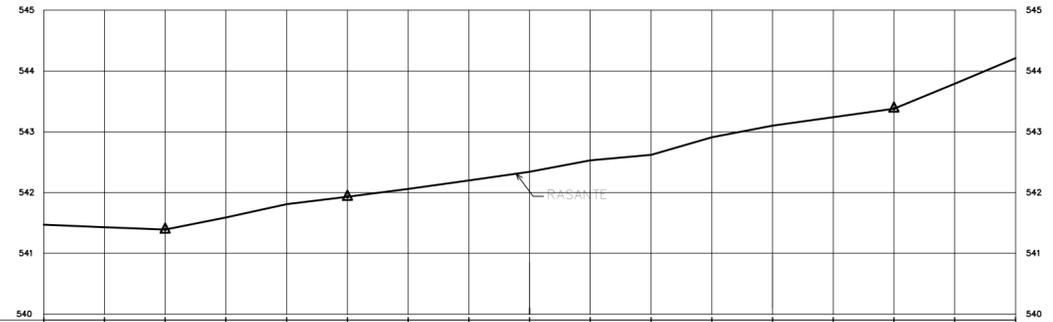


|                                 |                                   |                 |                 |                 |        |        |        |        |        |        |        |        |                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PROGRESIVA                      | 0+971.983                         | 0+980           | 0+990           | 1+000           | 1+010  | 1+020  | 1+030  | 1+040  | 1+050  | 1+060  | 1+070  | 1+080  | 1+090              | 1+100  | 1+110  | 1+120  | 1+130  | 1+140  | 1+150  | 1+160  | 1+170  |        |
| PENDIENTE Y LONGITUD DE RASANTE | 8.02<br>0.000%                    | 10.00<br>5.700% | 10.00<br>3.200% | 10.00<br>4.400% |        |        |        |        |        |        |        |        | 160.00<br>- 0.875% |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| COTA N.F.C.M.                   |                                   |                 | 538.05          | 537.73          | 538.17 |        |        |        | 538.29 | 538.39 | 538.48 | 538.54 | 538.61             | 538.77 | 538.84 | 538.19 | 538.45 | 538.47 | 538.48 | 538.63 | 538.77 | 538.57 |
| COTA N.R.M.                     |                                   |                 |                 |                 |        |        |        |        |        |        |        |        |                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| COTA DE RASANTE                 | 538.98                            | 538.98          | 539.58          | 539.23          | 539.67 | 539.58 | 539.68 | 539.78 | 539.85 | 539.95 | 540.04 | 540.11 | 540.27             | 540.46 | 540.46 | 540.68 | 540.95 | 540.97 | 540.98 | 541.13 | 541.27 | 541.07 |
| ALTURA DE CORTE                 |                                   |                 | 1.500           | 1.500           | 1.500  |        |        |        | 1.500  | 1.500  | 1.500  | 1.500  | 1.500              | 1.500  | 1.500  | 1.500  | 1.500  | 1.500  | 1.500  | 1.500  | 1.500  | 1.500  |
| ALTURA DE RELLENO               |                                   |                 | 10.500          | 10.500          | 10.500 |        |        |        | 4.658  | 7.500  | 7.500  | 7.500  | 7.500              | 7.500  | 7.500  | 7.500  | 7.500  | 7.500  | 7.500  | 7.500  | 7.500  | 7.500  |
| ALINEAMIENTO                    | ARENA MAL GRADUADA CON GRAVA S.P. |                 |                 |                 |        |        |        |        |        |        |        |        |                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TIPO DE TERRENO                 | ARENA MAL GRADUADA CON GRAVA S.P. |                 |                 |                 |        |        |        |        |        |        |        |        |                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

### PERFIL LONGITUDINAL

ESC. H: 1/750  
ESC. V: 1/75

### CARRETERA A PALLASCA KM 1+180 - 1+340

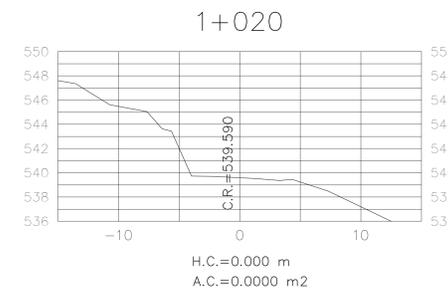
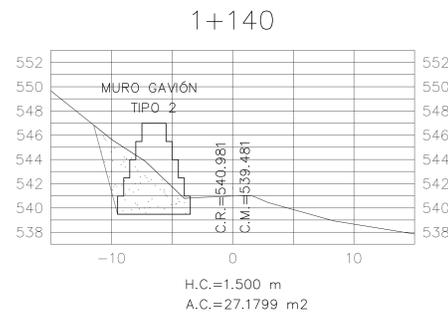
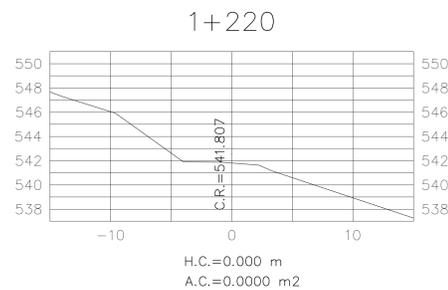
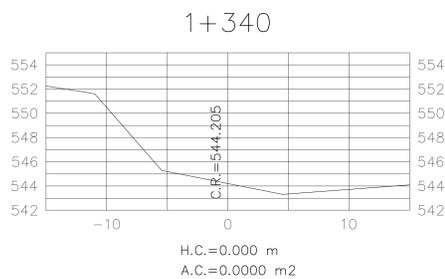
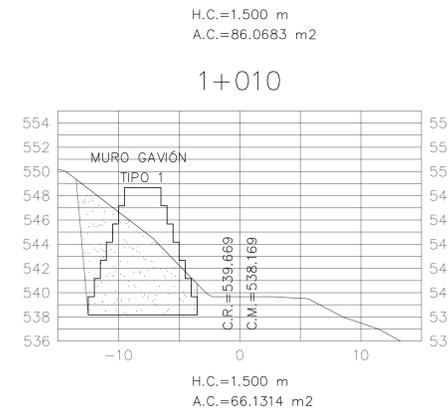
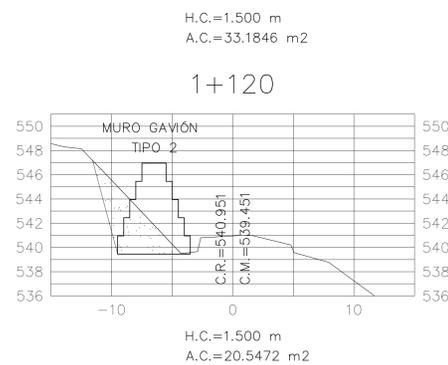
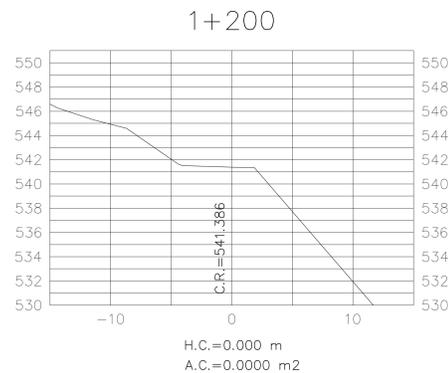
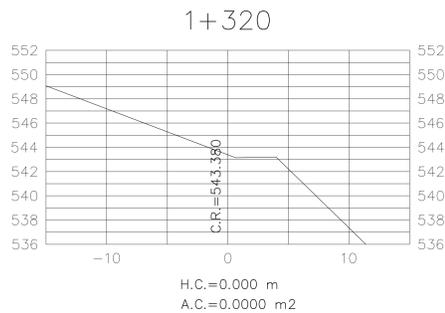
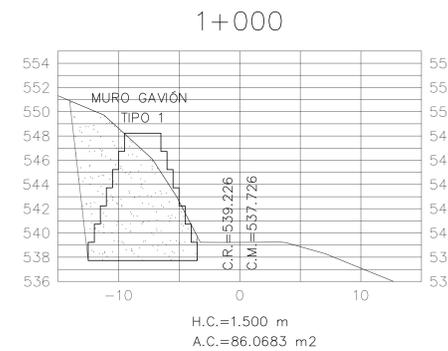
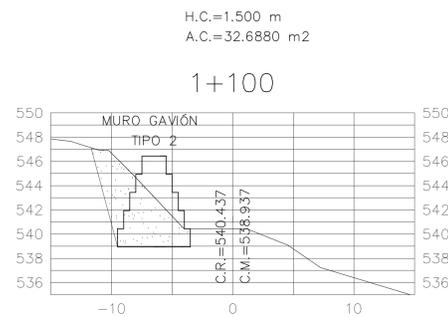
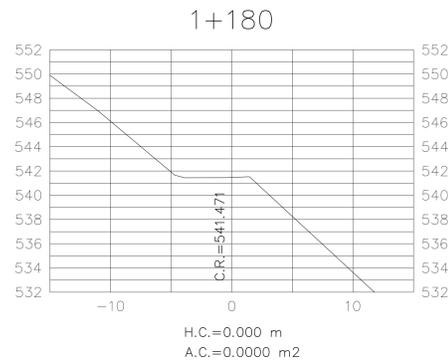
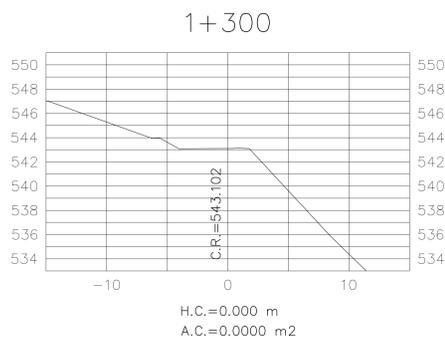
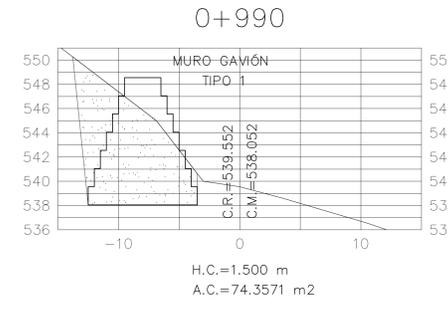
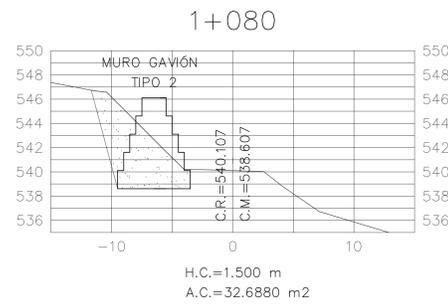
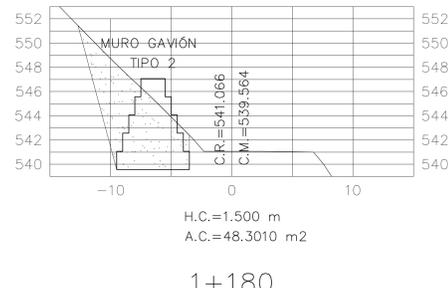
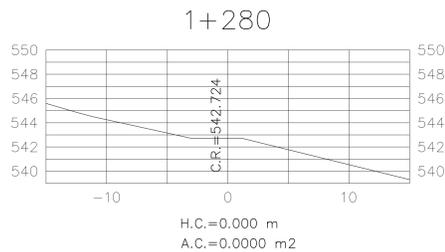
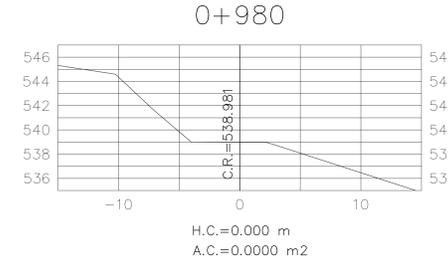
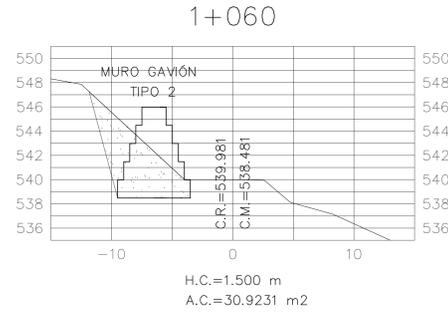
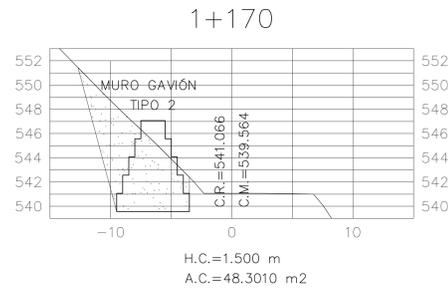
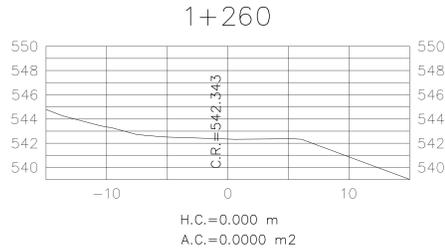
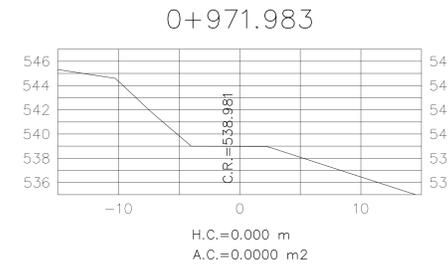
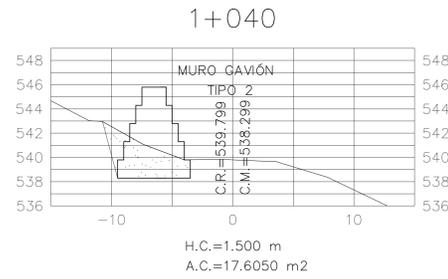
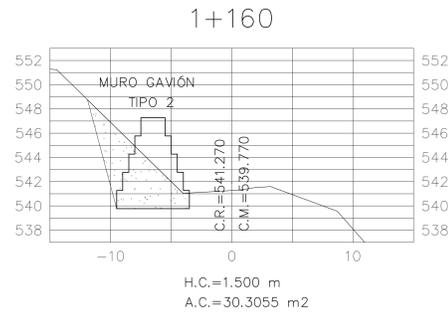
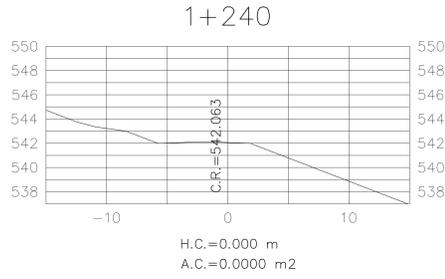


|                                 |                                   |        |                   |        |        |        |                   |        |        |        |        |                   |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|-----------------------------------|--------|-------------------|--------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PROGRESIVA                      | 1+180                             | 1+190  | 1+200             | 1+210  | 1+220  | 1+230  | 1+240             | 1+250  | 1+260  | 1+270  | 1+280  | 1+290             | 1+300  | 1+310  | 1+320  | 1+330  | 1+340  |
| PENDIENTE Y LONGITUD DE RASANTE | 20.00<br>0.400%                   |        | 30.00<br>- 1.800% |        |        |        | 90.00<br>- 1.611% |        |        |        |        | 20.00<br>- 4.150% |        |        |        |        |        |
| COTA N.F.C.M.                   |                                   |        |                   |        |        |        |                   |        |        |        |        |                   |        |        |        |        |        |
| COTA N.R.M.                     |                                   |        |                   |        |        |        |                   |        |        |        |        |                   |        |        |        |        |        |
| COTA DE RASANTE                 | 541.47                            | 541.43 | 541.39            | 541.59 | 541.81 | 541.93 | 542.06            | 542.20 | 542.34 | 542.53 | 542.72 | 542.91            | 543.10 | 543.24 | 543.38 | 543.79 | 544.21 |
| ALTURA DE CORTE                 |                                   |        |                   |        |        |        |                   |        |        |        |        |                   |        |        |        |        |        |
| ALTURA DE RELLENO               |                                   |        |                   |        |        |        |                   |        |        |        |        |                   |        |        |        |        |        |
| ALINEAMIENTO                    | ARENA MAL GRADUADA CON GRAVA S.P. |        |                   |        |        |        |                   |        |        |        |        |                   |        |        |        |        |        |
| TIPO DE TERRENO                 | ARENA MAL GRADUADA CON GRAVA S.P. |        |                   |        |        |        |                   |        |        |        |        |                   |        |        |        |        |        |

### PERFIL LONGITUDINAL

ESC. H: 1/750  
ESC. V: 1/75

|  |   |   |        |
|--|---|---|--------|
|  <p><b>UNIVERSIDAD SAN PEDRO</b><br/>FACULTAD DE INGENIERÍA<br/>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> |   |   |        |
|  |   | ASESOR:                                 | AUTOR: |
| <p><b>DR. CASTAÑEDA GAMBOA ROGELIO</b></p>   |   | <p><b>DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL</b></p> |        |
| <p>TESIS:<br/><b>ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160</b></p>   |   |   |        |
| <p>PLANO:<br/><b>PERFIL LONGITUDINAL</b></p>   |   | <p>LÁMINA:<br/><b>PL- 01</b></p>        |        |
| <p>ESCALA:<br/><b>INDICADA</b></p>   | <p>FECHA:<br/><b>AGOSTO - 2,020</b></p> |   |        |

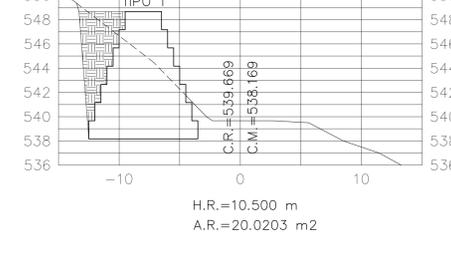
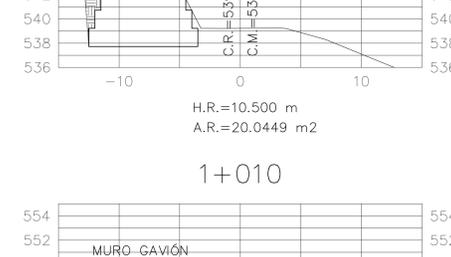
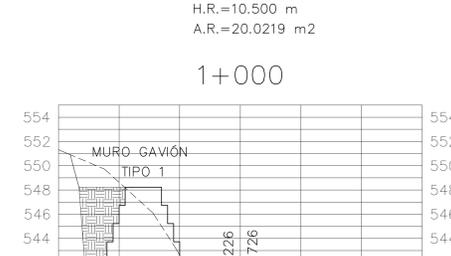
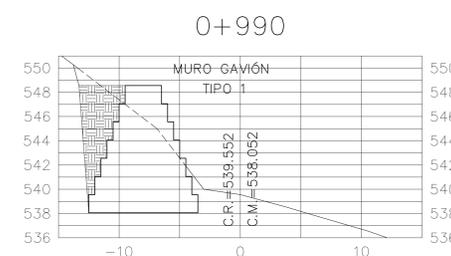
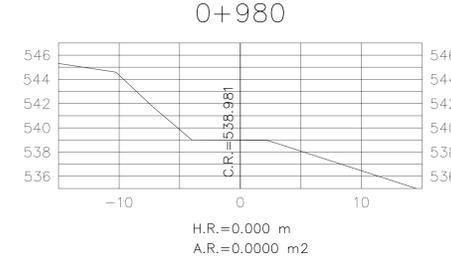
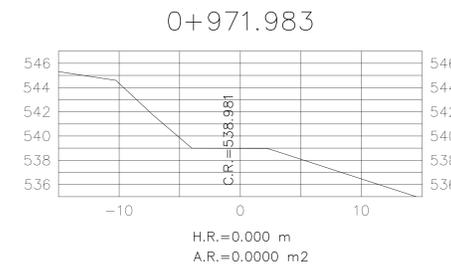
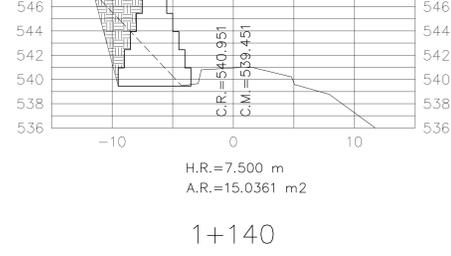
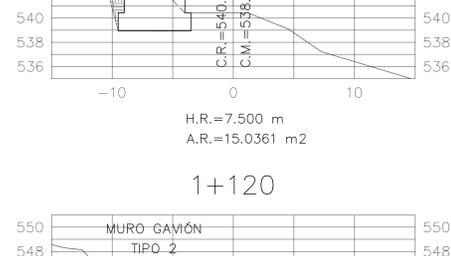
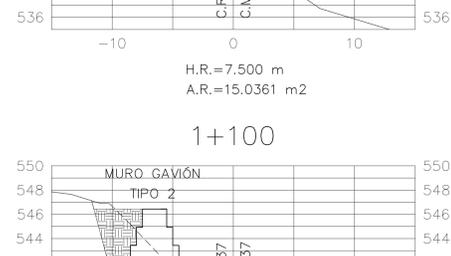
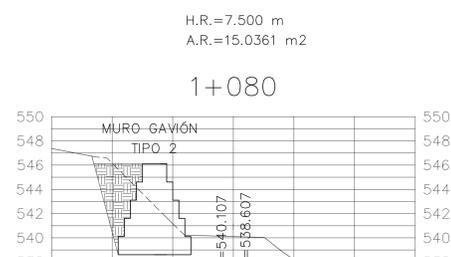
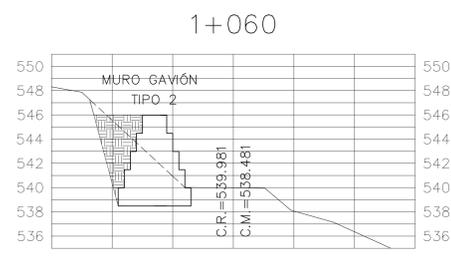
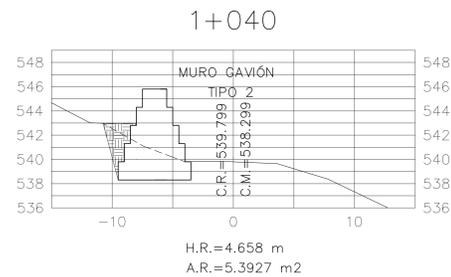
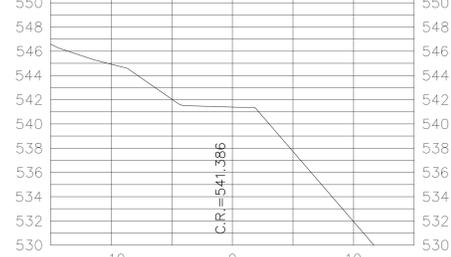
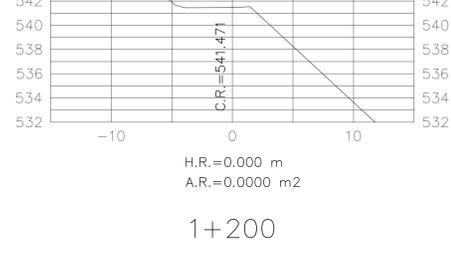
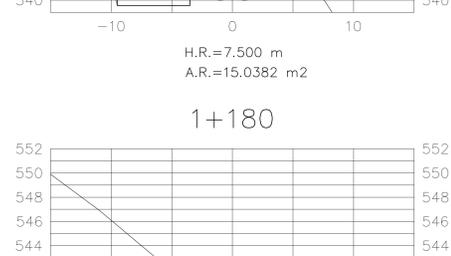
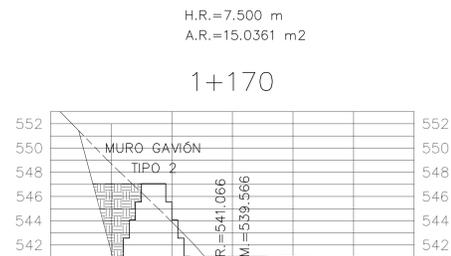
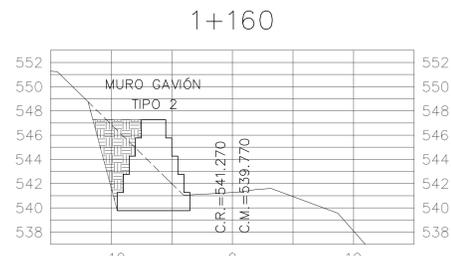
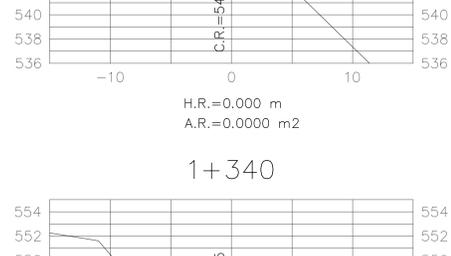
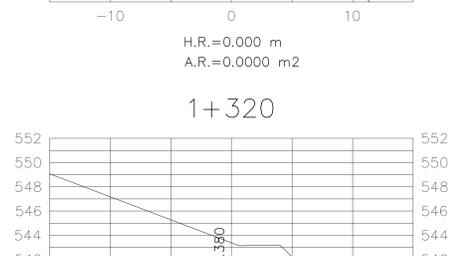
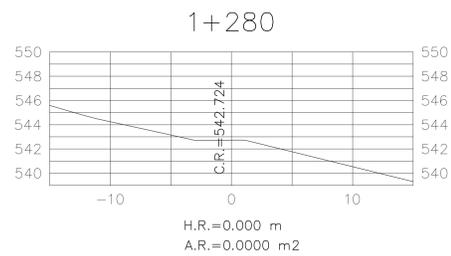
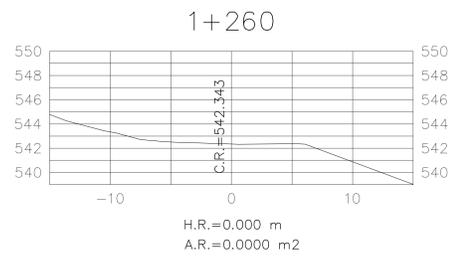
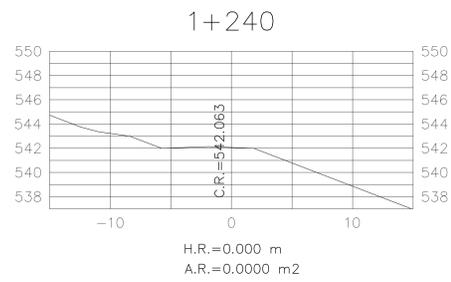


| PROGRESIVA   | ÁREA CORTE (m2) | VOL. CORTE (m3)   |
|--------------|-----------------|-------------------|
| 1+010        | 66.1314         | 760.9985          |
| 1+000        | 86.0683         | 802.1270          |
| 0+990        | 74.3571         | -                 |
| <b>TOTAL</b> | <b>226.5568</b> | <b>1,563.1255</b> |

| PROGRESIVA   | ÁREA CORTE (m2) | VOL. CORTE (m3)   |
|--------------|-----------------|-------------------|
| 1+170        | 48.3010         | 393.0325          |
| 1+160        | 30.3055         | 574.8540          |
| 1+140        | 27.1799         | 477.2710          |
| 1+120        | 20.5472         | 537.3180          |
| 1+100        | 33.1846         | 658.7260          |
| 1+080        | 32.6880         | 636.1110          |
| 1+060        | 30.9231         | 485.2810          |
| 1+040        | 17.6050         | -                 |
| <b>TOTAL</b> | <b>240.7343</b> | <b>3,762.5935</b> |

SECCIONES TRANSVERSALES  
ESCALA: 1/200

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
|  <b>UNIVERSIDAD SAN PEDRO</b><br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |                                  |
| ASESOR:   | AUTOR:                           |
| <b>DR. CASTAÑEDA GAMBOA ROGELIO</b>   | <b>DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL</b> |
| TESIS:<br><b>ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160</b>  |                                  |
| PLANO:  | LÁMINA:                          |
| <b>SECCIONES TRANSVERSALES - CORTE</b>  | <b>ST- 01</b>                    |
| ESCALA:   | FECHA:                           |
| <b>1/200</b>  | <b>AGOSTO - 2,020</b>            |

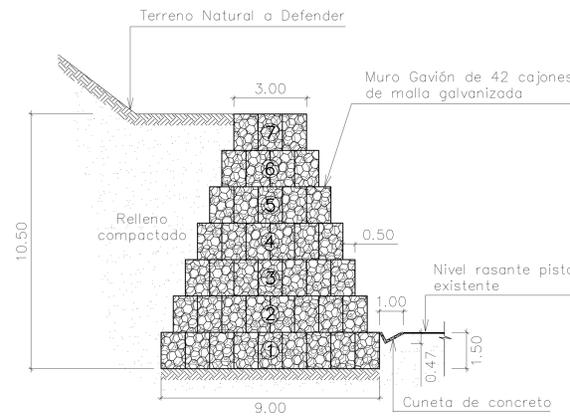
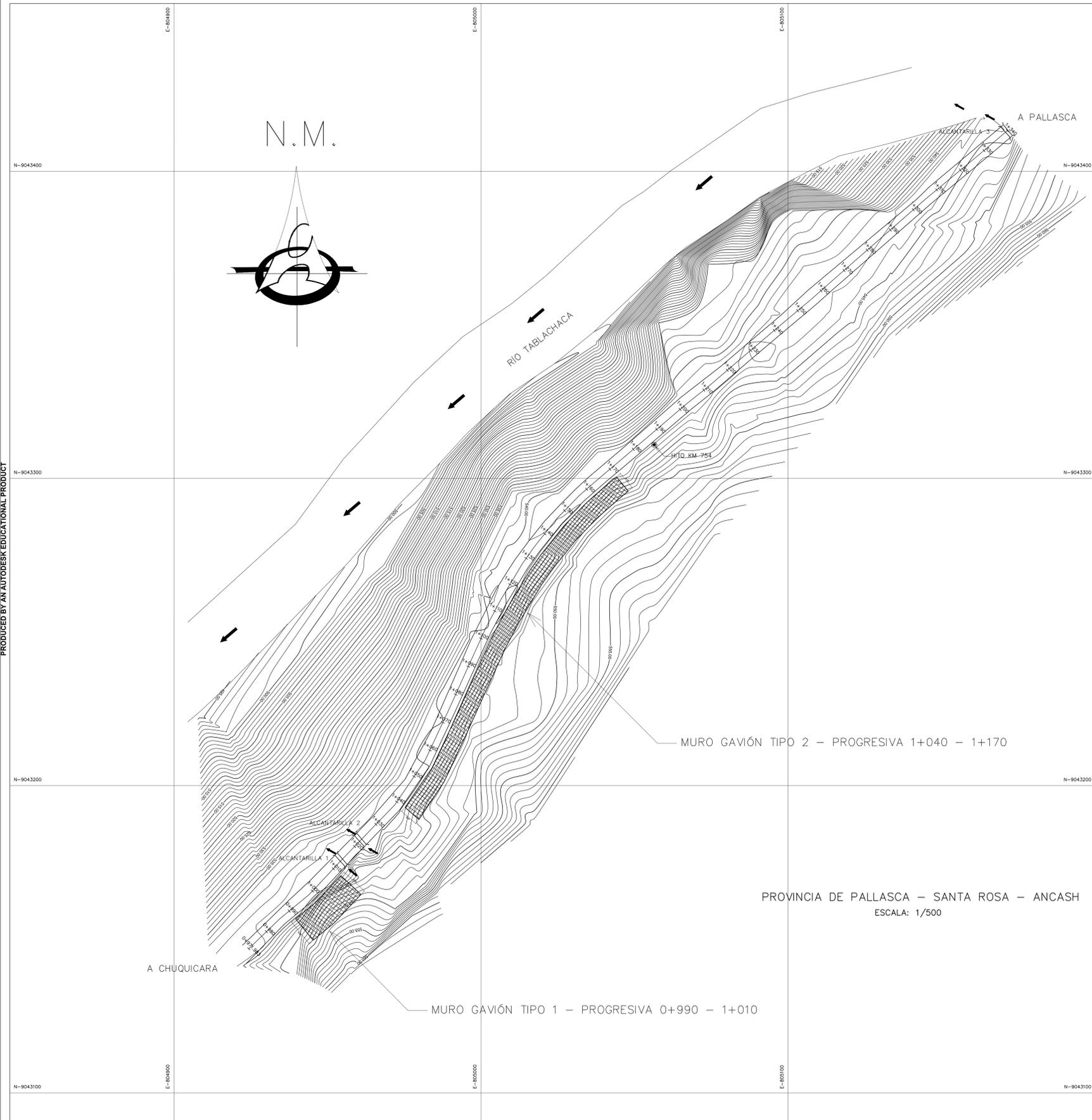


| PROGRESIVA   | ÁREA RELLENO (m2) | VOL. RELLENO (m3) |
|--------------|-------------------|-------------------|
| 1+010        | 20.0203           | 200.3260          |
| 1+000        | 20.0449           | 200.3340          |
| 0+990        | 20.0219           | -                 |
| <b>TOTAL</b> | <b>60.0871</b>    | <b>400.6600</b>   |

| PROGRESIVA   | ÁREA RELLENO (m2) | VOL. RELLENO (m3) |
|--------------|-------------------|-------------------|
| 1+170        | 15.0382           | 150.3715          |
| 1+160        | 15.0361           | 300.9000          |
| 1+140        | 15.0539           | 300.9000          |
| 1+120        | 15.0361           | 300.7220          |
| 1+100        | 15.0361           | 300.7220          |
| 1+080        | 15.0361           | 300.7220          |
| 1+060        | 15.0361           | 204.2880          |
| 1+040        | 5.3927            | -                 |
| <b>TOTAL</b> | <b>110.6653</b>   | <b>1,858.6255</b> |

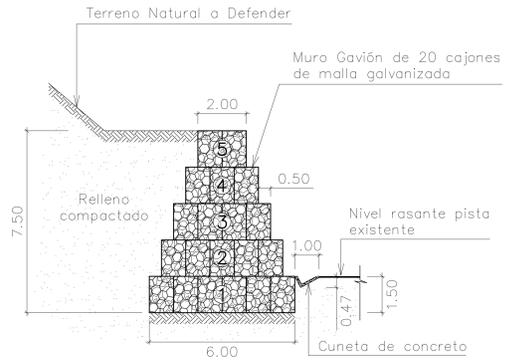
SECCIONES TRANSVERSALES  
ESCALA: 1/200

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
|  <b>UNIVERSIDAD SAN PEDRO</b><br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |                                  |
| ASESOR:   | AUTOR:                           |
| <b>DR. CASTAÑEDA GAMBOA ROGELIO</b>   | <b>DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL</b> |
| TESIS:<br><b>ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160</b>  |                                  |
| PLANO:  | LÁMINA:                          |
| <b>SECCIONES TRANSVERSALES - RELLENO</b>  | <b>ST- 02</b>                    |
| ESCALA:   | FECHA:                           |
| <b>1/200</b>  | <b>AGOSTO - 2020</b>             |



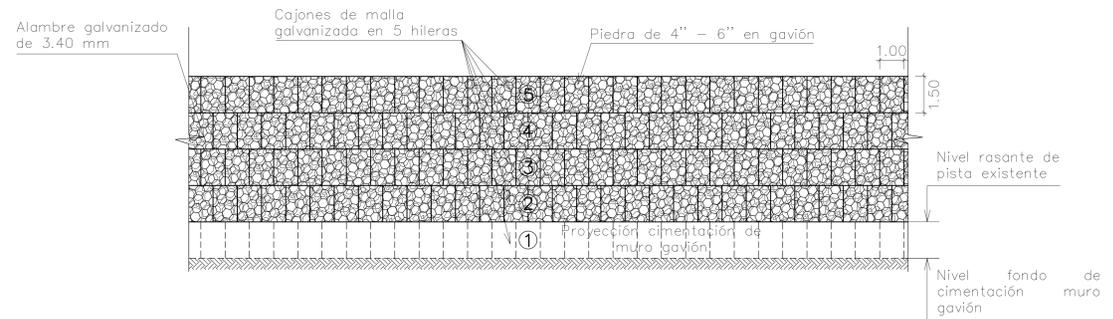
DETALLE MURO GAVIÓN TIPO 1

ESCALA : 1/100



DETALLE MURO GAVIÓN TIPO 2

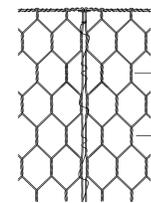
ESCALA : 1/100



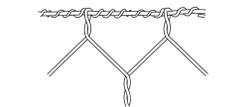
ELEVACIÓN DE MURO GAVIÓN

ESCALA : 1/100

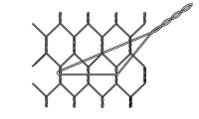
Detalle de la Costura



Detalle de la unión mecánica de la malla con el alambre de borde



Detalle del Atirantamiento



| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS GAVIONES NORMALES |   |
|--|---|
| ABERTURA DE MALLA                                  | 8 x 10 cm                               |
| REVESTIMIENTO DE MALLA                             | TRIPLE ZINC (ASTM A641)                 |
| REVESTIMIENTO ADICIONAL                            | PVC                                     |
| DIÁMETRO DE ALAMBRE DE MALLA                       | ØA' 3.4 mm PLASTIFICADO (ØACERO 2.4 mm) |
| DIÁMETRO DE ALAMBRE DE BORDE                       | ØA' 4.0 mm PLASTIFICADO (ØACERO 3.0 mm) |
| DIÁMETRO ALAMBRE DE AMARRE Y ATIRANTAMIENTO        | ØA' 3.2 mm PLASTIFICADO (ØACERO 2.2 mm) |
| DIMENSIONES DE CAJA GAVIÓN                         |   |
| MURO GAVIÓN TIPO 1 - PROGRESIVA 0+990 - 1+010      | 1.00 m x 1.00 m x 1.50 m                |
| MURO GAVIÓN TIPO 2 - PROGRESIVA 1+040 - 1+170      | 1.00 m x 1.00 m x 1.50 m                |

| LEYENDA |                          |
|---------|--------------------------|
|         | COORDENADAS              |
|         | NORTE MAGNÉTICO          |
|         | CURVA MADRE              |
|         | CURVA SECUNDARIA         |
|         | PROGRESIVAS              |
|         | CARRETERA DE PENETRACIÓN |
|         | SENTIDO DE FLUJO         |
|         | ALCANTARILLA             |
|         | HITO KILOMÉTRICO         |
|         | MURO GAVIÓN              |

| CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE MALLA |  |
|-----------------------------------|--|
| ATRIBUTO                          | DETALLE                                    |
| NOMBRE                            | Malla Hexagonal de doble torsión tipo 8x10 |
| ABERTURA DE MALLA                 | 8 x 10 cm                                  |
| DIMENSIONES DE MALLA              | 4.00 m x 1.00 m (Roll)                     |
| MATERIAL                          | Alambre Galvanizado                        |
| MODELO                            | Hexagonal Galvanizado                      |
| PESO                              | 25.80 kilogramos                           |
| RESISTENCIA DEL ALAMBRE           | 3,800 a 4,800 kg/cm <sup>2</sup>           |
| DIÁMETRO DE ALAMBRE DE MALLA      | ØAcero 2.4 mm                              |
| DIÁMETRO DE ALAMBRE DE BORDE      | ØAcero 3.0 mm                              |
| DIÁM.ALAMBRE DE AMARRE Y ATIRANT. | ØAcero 2.2 mm                              |

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

|  |  |
|--|--|
| ASESOR:<br><b>DR. CASTAÑEDA GAMBOA ROGELIO</b>   | AUTOR:<br><b>DÍAZ BETETA BRENDA ISABEL</b> |
| TESIS:<br><b>ANÁLISIS SÍSMICO COMPARADO ENTRE DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN GAVIONES, CARRETERA PALLASCA KM 1+160</b> |  |
| PLANO:<br><b>DISEÑO DE MURO GAVIÓN</b>   | LÁMINA:<br><b>DG - 01</b>                  |
| ESCALA:<br><b>INDICADA</b>   | FECHA:<br><b>AGOSTO - 2020</b>             |