



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERÍA**

**CIVIL**

Análisis técnico y económico de muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta–Huayllay, Km1+920 al Km2+000

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. Valentin Calixto, Jorge Eudolio (ORCID: 0000-0002-4240-1588)

**ASESOR:**

Dr. Ing. Vargas Chacaltana, Luis (ORCID: 0000-0092-4136-7189)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

2019

### **DEDICATORIA**

La presente investigación de tesis es dedicada a mi familia, quienes son mi fortaleza para continuar a la meta trazada, gracias a ellos soy lo que soy y lo que seré.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia, por su apoyo y comprensión por el tiempo no dedicado a ellos, para dedicarme a mis estudios y poder avanzar y consolidar mi futuro profesional.

Es imprescindible mostrar el agradecimiento al Ingeniero Andrés Aray y Francisco Arboleda representantes de la empresa Conalvías, por el apoyo y facilidades brindados en mi centro de trabajo para poder cursar mis estudios universitarios.

A la institución Universitaria César Vallejo con su programa SUBE por darnos las facilidades de estudiar y ser profesionales.

A las todas las personas amigos, compañeros que han formado parte de mi progreso como persona y profesional, con sus consejos, apoyos y compañía, les doy muchas gracias y que Dios bendiga su hogar.

## **PÁGINA DEL JURADO**

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

### **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo VALENTIN CALIXTO, JORGE EUDOLIO a objeto de acatar con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniera Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que adjunto es auténtica y veraz.

Así mismo, expreso también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo

**Lima, 16 de julio del 2019**



---

Valentin Calixto Jorge Eudolio  
DNI: 10684490

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Análisis Técnico y económico de muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta–Huayllay, Km1+920 al km2+000”, la misma que confío a vuestra consideración y lograr que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Valentin Calixto, Jorge Eudolio

## **Generalidades**

**Título:**

Análisis Técnico y económico de muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta–Huayllay, Km1+920 al km2+000

**Autor:**

Valentin Calixto, Jorge Eudolio

**Asesor:**

Dr. Ing. Luis Vargas Chacaltana

**Tipo de investigación:**

Aplicada

**Línea de investigación:**

Diseño de Infraestructura Vial

**Localidad:**

Lima – Canta

**Duración de la investigación:**

Inicio: Setiembre 2018

Final: Julio 2019

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Realidad problemática .....	1
1.2 Trabajos Previos .....	4
1.2.1 Antecedentes Internacionales.....	4
1.2.2 Antecedentes Nacionales .....	5
1.3 Teorías Relacionadas con el Tema.....	8
1.3.1 Teoría Para Empuje Activo Y Pasivo .....	8
1.3.1.1 Teoría De Coulomb .....	8
1.3.1.2 Teoría De Rankine.....	11
1.3.1.3 Teoría De Terzaghi.....	12
1.3.2 Análisis De Estabilidad Por Equilibrio Límite.....	17
1.3.2.1 Análisis Estático .....	20
1.3.2.2 Análisis Pseudoestáticas .....	21
1.3.3 Análisis de estabilidad.....	22
1.3.3.1 Estabilidad al volcamiento .....	22
1.3.3.2 Estabilidad al Deslizamiento .....	24
1.3.3.3 Estabilidad por Capacidad de Carga.....	27
1.3.4 Muros De Contención .....	29
1.3.4.1 Muros En Voladizo De Concreto Armado.....	30
1.3.4.2 Muros a gravedad .....	30
1.3.5 Predimensionamiento de Muros De Contención.....	32

1.3.6	Movimiento De Tierra.....	34
1.4	Formulación Del Problema.....	35
1.4.1	Problema General.....	35
1.4.2	Problemas Específicos .....	35
1.5	Justificación Del Estudio .....	35
1.6.1	Hipótesis General .....	36
1.6.2	Hipótesis Específicos .....	36
1.7	Objetivos.....	37
1.7.1	Objetivo General .....	37
1.7.2	Objetivos Específicos.....	37
II.	Método .....	38
2.1	Método.....	38
2.2	Fases Del Proceso De Investigación.....	38
2.2.1	Enfoque .....	38
2.2.2	Tipo De Investigación .....	38
2.2.3	Nivel De Investigación.....	38
2.2.4	Diseño De Investigación .....	39
2.3	Variables, Operacionalización.....	39
2.3.1	Variables .....	39
2.3.1.1	Variable Independiente .....	39
2.3.1.2	Variable Dependiente.....	39
2.3.2	Operacionalización de variable .....	40
2.4	Población y muestra .....	42
2.4.1	Población.....	42
2.4.2	Muestra.....	42
2.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	42
2.5.1	Técnica de recolección de datos.....	42
2.5.2	Instrumento de Recolección de datos.....	43
2.5.3	Validez .....	43
2.5.4	Confiabilidad.....	44
2.5.5	Método de Análisis de Datos .....	44
2.5.6	Aspectos Éticos .....	44

2.6	Ensayos realizados.....	45
2.6.1	Excavaciones de calicatas .....	45
2.6.2	Ensayo de laboratorio.....	48
2.6.2.1	Ensayo estándar.....	48
2.6.2.2	Ensayo corte directo .....	50
III.	RESULTADOS.....	51
3.1	Estudio de suelo.....	51
3.1.1	Generalidades .....	51
3.1.2	Objetivo del estudio de suelo. ....	52
3.2	Diseño de muros de contención.....	52
3.2.1	Muro Tipo en Voladizo .....	52
3.2.1.1	Diseño de muro en Voladizo H=4.00m con el programa GEO 5 .....	53
3.2.1.1.1	Análisis de muro en voladizo H=4.00m.....	53
3.2.1.1.2	Diseño Estructural de Muro de Contención en voladizo.....	61
3.2.1.2	Diseño de muro en Voladizo H=4.00 m con el programa GEO 5 .....	65
3.2.1.2.1	Análisis de muro en voladizo H=5.00 m.....	65
3.2.2.1	Diseño de muro de Gravedad H=4.00 m con el programa GEO 5 .....	77
3.2.2.1.1	Diseño por estabilidad local .....	77
3.2.2.2	Diseño de muro de Gravedad H=5.00 m con el programa GEO 5 .....	83
3.2.2.2.1	Diseño por estabilidad local .....	83
3.2.3	Estabilidad Global de taludes con muro de contención .....	88
3.2.3.1	Análisis de estabilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas con muros en voladizo.....	89
3.2.3.2	Análisis de estabilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas con muros a gravedad.....	90
3.3	Análisis Económico Comparativo .....	91
3.3.1	Evaluación de muros de contención por recursos .....	92
3.3.2	Evaluación de muros de contención por componente.....	94
IV.	DISCUSIÓN .....	97
V.	CONCLUSIONES .....	99
VI.	RECOMENDACIONES .....	100
	REFERENCIAS.....	102
	ANEXOS.....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coeficiente C para tipos de relleno .....	17
Tabla 2 Procedimiento para calcular la $MR$ .....	24
Tabla 3 Coeficientes de fricción .....	25
Tabla 4 Operacionalización de variables .....	41
Tabla 5 Resultado de factores de seguridad en condiciones estáticas y Pseudoestáticas .	89
Tabla 6 Comparativo de presupuestos .....	91
Tabla 7 comparativo de costos de muros de contención por recursos .....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Empuje Activo    Figura 2 Empuje Pasivo .....	8
Figura 3 Fuerzas de empuje activo y pasivo mediante el método de Coulomb .....	9
Figura 4: Teoría de Rankine.....	11
Figura 5 Gráfico para determinar la presión del relleno sobre muros.....	15
Figura 6 Diagramas para el cálculo del empuje ejercida por una sobrecarga lineal .....	15
Figura 7 Gráfico para calcular los empujes sobre muros con relleno inclinados.....	16
Figura 8 Geometría de un bloque deslizante en un plano inclinado a un ángulo $\Psi$ .....	18
Figura 9 Bloque Talud con superficie de falla plana a $\psi$ grados de la horizontal.....	18
Figura 10 Relación entre el esfuerzo cortante $\tau$ y esfuerzo normal $\sigma$ .....	19
Figura 11 Volcamiento por efecto del empuje del terreno.....	23
Figura 12 Análisis por deslizamiento a lo largo de la zapata.....	25
Figura 13 falla por capacidad de carga .....	28
Figura 14 Muro de contención en voladizo.....	30
Figura 15 Muro a gravedad .....	31
Figura 16 dimensiones de muros a gravedad y en voladizo.....	32
Figura 17 Predimensionamiento de muros de sostenimiento.....	33
Figura 18 Fases de movimiento de tierra .....	34
Figura 19 Extracción de muestras de calicatas para realizar los ensayos. ....	46
Figura 20 Vista interior de la calicata C-1 .....	46
Figura 21 Vista interior de la calicata C-2 .....	47
Figura 22 Vista interior de la calicata C-3 .....	47
Figura 23 Análisis granulométrico por tamizado M-1 .....	48

Figura 24 Análisis granulométrico por tamizado M-2 .....	48
Figura 25 Análisis granulométrico por tamizado M-3 .....	49
Figura 26 Realizando ensayos en laboratorio .....	49
Figura 27 ensayo de densidad de campo Normas ASTM D1556 .....	50
Figura 28 resultado del ensayo de corte directo ASTM – D 3080.....	50
Figura 29 vista del Sector de estudio .....	51
Figura 30 Características del estudio de mecánica de suelo .....	52
Figura 31 Características geométricas del muro en voladizo H=4.00m .....	60
Figura 32 Características geométricas del muro en voladizo H=5.00m .....	72
Figura 33Características geométricas del muro de gravedad H=4.00m .....	77
Figura 34 Características geométricas del muro de gravedad H=5.00m .....	83
Figura 35 Análisis de estabilidad global, en condiciones estáticas con muro voladizo....	89
Figura 36 Análisis de estabilidad global, en condiciones pseudoestáticas con muro en voladizo .....	90
Figura 37 Análisis de estabilidad global, en condiciones estáticas con muro a gravedad	90
Figura 38 Análisis de estabilidad global, en condiciones pseudoestáticas con muro a gravedad .....	91
Figura 39 comparativo de presupuestos .....	92
Figura 40 Costos de muros de contención por recursos.....	93
Figura 41 Costos de muros de contención en voladizo por recursos .....	93
Figura 42 Costos de muros de contención de gravedad por recursos .....	94
Figura 43 Evaluación de muros de contención en voladizo por costos parciales .....	95
Figura 44 Evaluación de muros de contención en voladizo en % costos parciales .....	95
Figura 45 Evaluación de muros de contención de gravedad por costo parciales.....	96
Figura 46 Evaluación de muros de contención de gravedad por % costos parciales .....	96

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Cuadro De Operacionalización De Variables .....	105
Anexo N° 2 Matriz De Consistencia .....	106
Anexo N° 3 Ficha N°1 de validación de datos .....	107
Anexo N° 4 Ficha N°2 de validación de datos .....	108
Anexo N° 5 Ficha N°3 de validación de datos .....	109
Anexo N° 6 Análisis granulométrico por Tamizado C-1 .....	110
Anexo N° 7 Limites de Atterberg C-1 .....	111
Anexo N° 8 Análisis granulométrico por Tamizado C-2.....	112
Anexo N° 9 Limites de Atterberg C-2 .....	113
Anexo N° 10 Análisis granulométrico por Tamizado C-3.....	114
Anexo N° 11 Limites de Atterberg C-3 .....	115
Anexo N° 12 Ensayo de densidad de campo (Método de arena).....	116
Anexo N° 13 Ensayo de corte directo 1 .....	117
Anexo N° 14 Ensayo de corte directo 1 .....	118
Anexo N° 15 Certificado de calibración .....	119
Anexo N° 16 Certificado de calibración .....	120
Anexo N° 17 Certificado de calibración .....	121
Anexo N° 18 Certificado de calibración .....	122
Anexo N° 19 Presupuesto de muro en voladizo.....	123
Anexo N° 20 Presupuesto de muro de gravedad.....	124
Anexo N° 21 Análisis de precios unitarios Muro en voladizo 1/5.....	125
Anexo N° 22 Análisis de precios unitarios Muro en voladizo 2/5.....	126
Anexo N° 23 Análisis de precios unitarios Muro en voladizo 3/5.....	127
Anexo N° 24 Análisis de precios unitarios Muro en voladizo 4/5.....	128
Anexo N° 25 Análisis de precios unitarios Muro en voladizo 5/5.....	129
Anexo N° 26 Análisis de precios unitarios Muro de gravedad 1/4.....	130
Anexo N° 27 Análisis de precios unitarios Muro de gravedad 2/4.....	131
Anexo N° 28 Análisis de precios unitarios Muro de gravedad 3/4.....	132
Anexo N° 29 Análisis de precios unitarios Muro de gravedad 4/4.....	133
Anexo N° 30 Cantidades de recursos- muro en voladizo .....	134
Anexo N° 31 Cantidades de recursos- muro de gravedad.....	135

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la evaluación técnica y económica de muros de contención con la finalidad de estabilizar los taludes inferiores de la plataforma de la carretera Canta – Huayllay, por lo cual se evaluarán dos tipos de muros de contención; muro de gravedad y muro en voladizo, a partir de ello se elegirá la estructura que cumpla los factores mínimos de estabilidad y económico.

En el sector evaluado de la carretera, se identificaron los procesos geodinámicas que provocaron la inestabilidad como el deslizamiento de talud inferior de origen antrópico con asentamiento de plataforma, empuje del talud superior y reptación de suelos, los cuales son generadas por la saturación de material y la erosión causada por las precipitaciones de lluvias y escorrentías, por lo que se realiza la investigación para plantear muros para la estabilización.

Se ha desarrollado el diseño de estabilización, a través de un muro de contención, realizando para el desarrollo del análisis las excavaciones con extracción de muestra para realizar los ensayos físicos mecánicos y obtener los parámetros de resistencia.

Los resultados del análisis técnico y económico nos demuestran el mejor comportamiento estructural del tipo de muro a elegir en la implementación y solución de estabilización del talud inferior de la plataforma de la carretera Canta Huayllay.

**Palabra clave:** Muros de contención, estabilidad de taludes, análisis técnico, económico

## ABSTRACT

The objective of this research is to determine the technical and economic evaluation of retaining walls in order to stabilize the lower slopes of the platform of the Canta - Huayllay highway, for which two types of retaining walls will be evaluated; gravity wall and cantilever wall, from which the structure that meets the minimum stability and economic factors will be chosen.

In the evaluated sector of the road, the geodynamic processes that caused the instability were identified, such as the lower slope of anthropic origin with platform settlement, upper slope thrust and soil creep, which are generated by the saturation of material and erosion caused by rainfall and runoff, so the research is done to raise walls for stabilization.

The stabilization design has been developed, through a retaining wall, performing the excavation with sample extraction for the development of the analysis to perform the mechanical physical tests and obtain the resistance parameters.

The results of the technical and economic analysis show us the best structural behavior of the type of wall to be chosen in the implementation and stabilization solution of the lower slope of the platform of the Canta - Huayllay highway.

**Keywords:** retaining walls, slope stability, technical and economic analysis

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad problemática**

En el Perú, debido a su variedad de clima y topografía los eventos naturales, como las precipitaciones pluviales excesivas siempre han causado desastres, estos eventos generan erosiones, derrumbes y deslizamientos afectando a todo tipo de estructuras construida ya sea obras civiles, hidráulicos y viales. La falta de planificación y prevención en las obras para los eventos naturales, ha sido unos de los factores para incrementar el inventario de obras afectadas en nuestro país.

La ubicación del sector en evaluación se encuentra en los límites entre los departamentos de Lima y Pasco y que presenta en su naturaleza típicos de la serranía del Perú, con desastres naturales representadas con deslizamiento, huaycos, derrumbes y otros fenómenos, con más incidencia en las fechas de octubre a marzo, estos fenómenos afectan directamente a las obras viales en la etapa de su ejecución y servicio, que son habitualmente a consecuencia de una mal diseño en las estabilizaciones de taludes o la naturaleza misma del suelo.

La topografía presente en la zona es escarpada por sus taludes con pendiente altos y casi verticales y ríos en quebradas profundas y forman parte de la unidad geomorfológica denominada superficie Puna y Relieve cordillerano, que atraviesa una secuencia de rocas sedimentarias material suelto aluvional residual y coluvial, así mismo volcánicas del grupo calipuy y terrenos de cultivo, la geología a lo largo de todo el tramo está conformado por rocas sedimentarias y rocas volcánicas material suelto de cobertura cuaternaria.

La ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa, es moderada y la afectación de la estructura vial es controlable, siendo su topografía en las partes altas agrestes existiendo taludes casi verticales y terrazas de material suelto que pueden afectar el normal tránsito vehicular al reactivarse la geodinámica externa, en épocas de precipitación pluvial, que se presentan con más intensidad en los meses de octubre a marzo.

La inestabilidad de los taludes en material suelto, se evidencian cuando se presentan fenómenos de deslizamiento o derrumbes, esta se produce básicamente por la alteración de

las rocas presentes, las mismas que se depositan en las laderas como material residual aluvional.

Las condiciones de inestabilidad de un talud están dadas por variables complejas, entre las principales causas para que generen la inestabilidad de taludes están, la pendiente de las laderas y comportamiento mecánico, esto se define con el criterio de rotura de Mohr-Coulomb, donde se define las tensiones tangenciales o de cortes en relación a la tensión efectiva y parámetros resistentes del terreno).

En el tramo de la carretera se han identificado varios sectores inestables, que, por sus características morfológicas estructurales y litológicas presentan una inestabilidad latente para la estructura vial. Se trata de sectores desestabilizados por la acción antrópica y dada las condiciones climáticas del área, son sectores muy inestables.

El trazo de la carretera Canta – Huayllay, se encuentra emplazado por la zona septentrional, de la cordillera Oriental, prolongándose hasta los montes orientales de la cordillera Occidental de los andes peruanos, son valles, principalmente están constituidos por el valle juvenil en “V” por donde discurre el río Chillón, presentándose extensiones de suelos depósitos aluviales en donde principalmente se desarrollan la agricultura.

En el presenta trabajo se analizará el sub sector de la progresiva, km 1+920 al 2+000, se puede presenciar falla de media luna en la estructura del pavimento, la cual se refleja con el agrietamiento de la carpeta asfáltica y ruptura del paquete estructural del pavimento, esto producto del deslizamiento progresivo del talud inferior. El deslizamiento es producto de la saturación del material, es consecuencia a las aguas pluviales y a la mala evacuación de las aguas pluviales, el asentamiento diferencial es de gran magnitud, y se da en el posible contacto entre el material de relleno y natural de la plataforma de la estructura del pavimento.

Según (Olmos Martinez, 2011) “los muros de sostenimiento se definen como aquellos elementos estructurales para establecer y conservar una diferencia de niveles de terrenos existentes con una pendiente de transición superior a lo que permitiría la solidez del mismo, transmitiendo a su cimiento y resistiendo con deformaciones admisibles los correspondientes empujes laterales”. (pág. 93).

Los muros de contención han sido implementados con mayor frecuencia en los trazados de carreteras modernas, siendo idóneo para las obras lineales así, resolviendo los problemas de emplazamientos y problemas de taludes inestables, en la actualidad se implementan diferentes tipos de muros de sostenimiento, en la presente investigación analizaremos dos tipos de muros de contención (gravedad y voladizo) que servirá como referente o alternativa de solución para la estabilidad del talud inferior, teniendo las siguientes:

- Muros en voladizos de concreto armado
- Muros a gravedad

#### Muros de voladizo de concreto armado

Según (Sowers & Sowers, 1972) “el muro en voladizo es estructuralmente una viga ancha sobre el cual actúan el empuje de tierra que aumenta uniformemente hasta llegar un máximo en el punto de empotramiento de la viga. Se refuerza verticalmente para contrarrestar el momento flexionante y horizontalmente para evitar las grietas. Estos muros pueden construirse hasta los 9 m”. (pág. 438).

#### Muros a Gravedad

Según (Sowers & Sowers, 1972)“los muros de gravedad tienen la capacidad de soportar con su propio peso el empuje de la tierra. Se construye de acuerdo a las necesidades del suelo que pueden ser de material pétreo o de concreto, que son materiales que pueden soportar los esfuerzos de compresión y cortante, pero muy poca a los esfuerzos de tracción, de manera que el proyecto debe atender principalmente a evitar los esfuerzos de tracciones” (pág. 438).

## 1.2 Trabajos Previos

### 1.2.1 Antecedentes Internacionales

(Mendieta Molina, 2016); **Título** "Análisis, comparación y diseño optimizado para muros de Contención" Proyecto final de graduación para obtener el grado de Licenciatura en ingeniería en la construcción, en el Instituto Tecnológico de Costa Rica – Costa Rica. **Objetivo** Realizar una comparación optimizada entre muros de contención de mampostería y muros de concreto armado, desde un punto de vista estructural, económicos y constructivos. **Conclusiones** en el análisis de estabilidad al volteo de la estructura, determina que se genera mayor momento de volteo al incrementar la dimensión de la cimentación. Que aumentar el espesor de la pantalla del muro. Se determina para muros de contención mayores a 4.00 metros deben ser reforzados, para evitar planos de falla a lo largo del muro ejercidas por las fuerzas. El tipo de suelo es uno de los factores importantes a la hora de diseñar el muro de contención, que puede variar hasta en 21 % de costo para una misma altura en diferentes suelos. Respecto al análisis comparativo económico se concluye que a medida que aumenta el tamaño de los muros, el diseño de concreto armado varía exponencialmente en comparación a los muros de mampostería.

(Astudillo Lima & Parra Monje, 2015); **Título** "Diseño de alternativa de muros de contención para la estabilización del talud, ubicado en la parroquia El Valle - La Pradera, perteneciente al cantón Cuenca" tesis de graduación previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil en la Universidad de Azuay de Cuenca – Ecuador. **Objetivo** estabilizar los taludes de la zona de estudio mediante muros de contención, siendo evaluadas en la relación con la mecánica de suelos, factibilidad técnica y económica, para elegir la opción más conveniente. **Conclusiones** El tipo de suelo es predominante para el diseño del muro de contención en relación a su dimensionamiento y por ende su costo, en este proyecto se considera reemplazar el material de fundación para garantizar los factores de seguridad, y la altura de los muros serán menores a 5.00 m, por lo que se optara su implementación los muros de concreto ciclópeo.

(Rojas Paz, 2015) **Título** "El cálculo del Factor de seguridad como elemento principal para el diseño de obras de estabilización de taludes e la vía Latacunga - La Mana sector Cruz Blanca" tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador. **Objetivo** el estudio del factor de seguridad como componente fundamental para

el diseño de estructuras de estabilización de taludes en la vía Latacunga – La Maná del sector Cruz Blanca. **Conclusiones** el sistema de drenaje longitudinal como las cunetas es importante para evitar las erosiones en los taludes y desmoronamientos, y mantener la inclinación del talud a 0.75H: 1.00V a fin de incrementar el factor de seguridad.

(Campos Campos, 2015); **Título** "Análisis de estabilidad del deslizamiento en el Bajo Cacao de Atenas" tesis para obtener el grado de licenciatura de Ingeniero Civil en la Universidad de Costa Rica – Costa Rica. **Objetivo** Realizar un análisis respecto a la estabilidad del terreno Bajo Cacao de Atenas, con el fin de identificar los factores causantes del evento del 2007 y la vulnerabilidad actual ante otro evento posible de deslizamiento en el sector. **Conclusiones** El deslizamiento en el sector fue provocado por la falta de sistema de drenajes, debido a la elevación altas de niveles freáticos ( $h > 20$  m) y con algún sismo de magnitud que produjera coeficientes sísmicos horizontales superiores a  $k_h = 0.20$ . La resistencia no drenada a la que fallo el suelo del sector se estima se encontraba en el rango de 22 kpa y 24 kpa esto según el análisis efectuado con el método de esfuerzos totales. El sector se considera estables para condiciones estáticas si cumple con el factor de seguridad mínimo para el análisis de fallas globales ( $FS = 1.5$ ) y para condiciones pseudoestáticas, con coeficientes menores de  $k_h = 0.15$  ( $FS = 1.3$ ).

### 1.2.2 Antecedentes Nacionales

(Cervantes Eusebio, 2018); **Título** "Estabilización de taludes en el huaico las Moras, empleando análisis y diseño de muros de contención de concreto armado, como protección al AA. HH Leoncio Prado" Tesis para optar el Grado de Título Profesional de Ingeniero Civil en la universidad Nacional Hermilio Valdizán – Huánuco. **Objetivo** Plantear variedad de tipos de estructuras de contención en Voladizo a fin de estabilizar taludes del sector Huayco las moras y como protección y a las edificaciones del AA. HH Leoncio Prado. **Conclusiones** los diseños de muro de contención de tipo voladizo serán influenciados por las características del terreno de cimentación, relleno a sostener y también por la fuerza sísmica que incrementa el empuje activo generando estructuras sobredimensionadas con costos que duplican de un diseño estándar, pero si se diseñan a condiciones normales, los muros de tipo voladizo cumplen los parámetros mínimos estipulado en las normas de puentes

2016 y del reglamento nacional de edificaciones, donde se garantiza las estabildades por volteo y deslizamiento y su funcionalidad.

También concluye que dentro del diseño del proyecto se debe de plantear sistema de drenajes para evitar incrementar los empujes hidrostáticos, evitando diseñar estructuras robustas y costosas.

(Matamoros Huaman, 2016) **Título** "Estudio y análisis comparativo entre muros de contención con contrafuertes y muros de concreto armado en Huancavelica" Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la Universidad Nacional de Huancavelica - Perú. **Objetivo** Determinar la relación entre el muro de contención tipo con contrafuertes y muro de contención tipo de concreto armado, de los Muros Virgen de la Candelaria y del Carmen en los Malecones de Huancavelica - en el año 2016. **Conclusiones** para los cálculos de las socavaciones y alturas del muro a fin de garantizar el buen desempeño de la estructura de debe de tener en cuenta en los cálculos los caudales máximos para las avenidas máximos que se manifiestan en los diferentes periodos de retorno. También concluye que las presiones de suelo como el empuje activo y presiones hidrostáticas influyen en la falla por volcamiento y deslizamiento, que tienden a desestabilizar al muro de contención, siendo el muro de contención con contrafuerte el más estable que el tipo en voladizo, por los esfuerzos menores producidos, y soportan mejor las cargas del suelo. la necesidad de altura de muro según la topografía del estudio es menor a 3.6 m, recomendando utilizar muro en voladizo, y no sería ideal los muros de contrafuerte ya que este tipo se diseña para alturas mayores y soportar grandes alturas.

(Bernuy Ramirez & Bueno Herrera, 2015); **Título** “Estabilización de ladera con muros de contención y su impacto ambiental para la protección de viviendas en el barrio de San Isidro del Distrito de San Marcos – Huari, Ancash” Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la Universidad Privada “Antenor Orrego” Trujillo – Perú. **Objetivo** elaborar el estudio de estabilización de ladera y estudio de impacto ambiental con muros de contención para la protección de edificaciones en el sector de San Isidro del Distrito de San Marcos – Huari, Ancash, **Conclusiones** se determinó la vulnerabilidad y el riesgo que se encuentra la población de San Isidro de San Marcos, a consecuencia del crecimiento poblacional, movimientos sísmicos y precipitaciones pluviales que han de debilitado las laderas. Para los

cálculos diseños de los muros de contención se utilizaron la teoría Terzaghi en la presión admisible del suelo, la teoría de Coulomb y Rankine en la determinación del empuje activo, según la topografía del sector se requiero muros de altura de 3.00 m, 3.50 m, 4.00 m, 5.00 m y 8.00 m realizando su diseño respectivo. En la parte ambiental se sugirió contemplar medidas de mitigación de impacto ambiental.

(Villar Arana, 2015), **Título** “Comparación el comportamiento estructural de muros de contención tipo en voladizo y muros con contrafuertes” Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca-Perú. **Objetivo** Comparar el comportamiento estructural de muros de contención en voladizo y con muros con contrafuertes, sometidos a cargas de empuje de tierras y fuerzas sísmicas. **Conclusiones** Los muros de contención tipo con contrafuertes tienen un mejor comportamiento estructural que los muros tipo en voladizo, logrando una mayor protección de las estructuras que salvaguardan, pues presentan menores desplazamientos, esfuerzos internos y momentos de volteo.

El resultado obtenido de la comparación de los tipos de muros de contención en estabilidad de desplazamiento se tiene para muros de altura 5.00, 7.00 y 9.00 respectivamente las siguiente: a) para muros en voladizo se tiene un desplazamiento de 2.80, 4.60 y 5.56 cm contra 2.21, 3.47 y 3.62 cm para muros con contrafuerte; mejor resultado el muro contrafuerte. b) para muros en voladizo se tiene momento máximo de volteo de 18.09, 48.34 y 104.78 Tn-m contra 3.71, 10.02 y 23.45 Tn-m para muros con contrafuerte; mejor resultado el muro contrafuerte. c) para muros en voladizo se tiene el esfuerzo máximo de 42.28, 57.54 y 75.58 kg/cm<sup>2</sup> contra 6.19, 8.44 y 12.48 kg/cm<sup>2</sup> para muros con contrafuerte; mejor resultado el muro contrafuerte.

Los muros de contención con contrafuerte mejoran su comportamiento estructural, debido a que trabajan a flexo compresión.

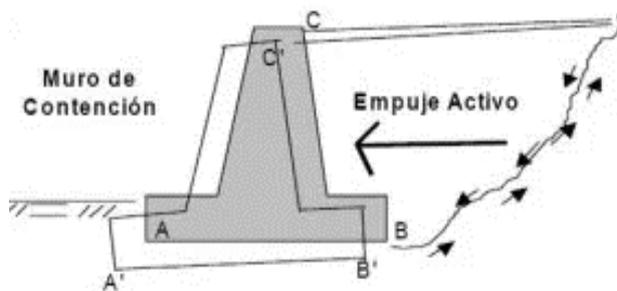
### 1.3 Teorías Relacionadas con el Tema.

#### 1.3.1 Teoría Para Empuje Activo Y Pasivo

Los empujes de tierra son las fuerzas que ejercen los suelos en una estructura tipo muro de contención, ya sea en el trasdós y su cimentación.

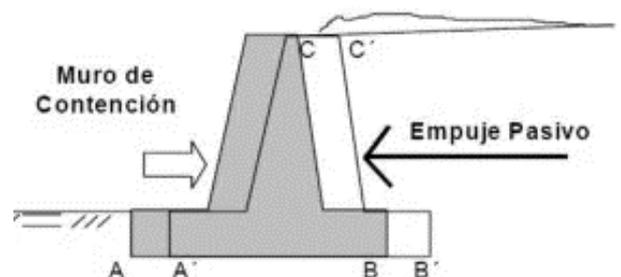
Empuje Activo, es cuando la estructura de contención tiene un desplazamiento y un giro hacia el exterior del terreno y expandiéndola, en esta situación se presenta el empuje mínimo. Empuje Pasivo, es cuando la estructura de contención tiene un desplazamiento y un giro hacia el interior del terreno y comprimiéndolo, en esta situación se presenta el empuje máximo.

Figura 1 Empuje Activo



Fuente: geotecniafacil.com

Figura 2 Empuje Pasivo



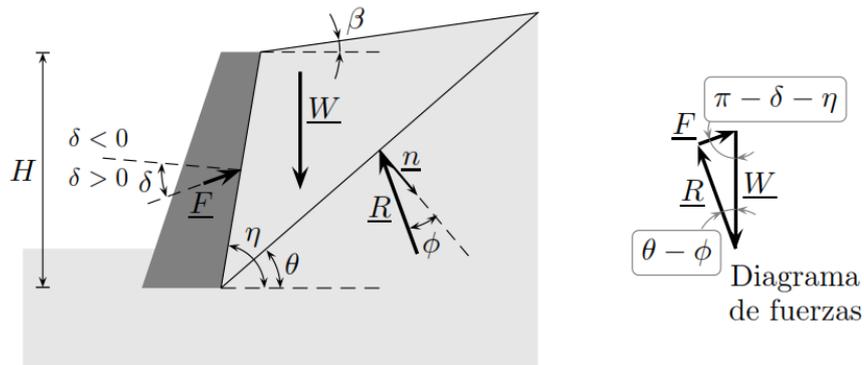
Fuente: geotecniafacil.com

#### 1.3.1.1 Teoría De Coulomb

El ingeniero francés Charles - Augustin de Coulomb (1776) se dedicó a estudiar y analizar las presiones laterales que ejercen los terrenos y estructuras de contención, siendo considerado el pionero.

(Sáez, 2010) La teoría de Coulomb nos permite obtener los resultados de los empujes que genera el terreno, empuje pasivo y activo y sin tener en cuenta del estado de tensiones existentes en la cara del muro que está en contacto con el terreno. Este método se fundamenta en dos hipótesis, la primera considera a la superficie de ruptura o falla en un plano que pasa por la parte inferior del muro, y la segunda supone que las fuerza que actúan sobre el trasdós del muro tienen una dirección conocida, o el ángulo de fricción entre el trasdós del muro y el terreno  $\delta$  es conocido. (Pag.124)

Figura 3 Fuerzas de empuje activo y pasivo mediante el método de Coulomb



Fuente: (Sáez, 2010)

El equilibrio de fuerzas sobre la cuña de terreno a la cara posterior del muro.

Tenemos tres Fuerzas, el peso  $\underline{W}$ , la reacción  $\underline{R}$  ejercida sobre la superficie de ruptura y la fuerza Ejercida por la inclinación  $\delta$  del muro con respecto a la normal muro – suelo.

Nombraremos a la resultante en el caso activo  $F_a$ , cuando la inclinación de  $\underline{R}$  forma un ángulo  $+\phi$  con  $\underline{n}$ . y se nombrara como  $F_p$  en el caso de empuje pasivo, cuando el ángulo entre la reacción  $\underline{R}$  y  $\underline{n}$  es  $-\phi$ .

Los valores de  $F_a$  y  $F_p$  se pueden establecer a partir de análisis límite de la teoría de plasticidad. En consecuencia, el análisis propuesto por Coulomb es de tipo cinemático, por lo que la elección del ángulo de la superficie crítica puede ser cumplida:

- minimizando la fricción que se puede movilizar, o en forma equivalente maximizando la fuerza que la cuña de terreno en movimiento ejerce sobre el muro de contención cuando se desplaza de esta (caso empuje activo;
- maximizando la fricción cuando la estructura de contención se desplaza con dirección al terreno (caso de empuje pasivo).

En ambos casos el problema se interpreta en resolver la siguiente expresión:

$$\frac{dF(\theta)}{d\theta} = 0$$

De acuerdo al diagrama de equilibrio de fuerzas de la figura 2, para el caso de empuje activo seria la siguiente expresión:

$$F_a = W \frac{\sin(\theta - \phi)}{\sin(\delta + \eta + \phi - \theta)}$$

Dónde el peso W de la cuña está representada por la expresión:

$$W = \frac{1}{2} \gamma H^2 \frac{\sin(\eta - \beta) \sin(\eta - \phi)}{\sin^2 \eta \sin(\theta - \beta)}$$

Resolviendo los anteriores, se obtiene la expresión general de empuje activo

$$F_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

Y el coeficiente de empuje activo  $K_a$  resulta:

$$K_a = \frac{\sin^2(\eta - \phi)}{\sin^2 \eta \sin(\eta + \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\eta + \delta) \sin(\eta - \beta)}} \right]^2}$$

Y la fuerza de empuje pasivo  $F_p$  resulta de la minimización:

$$F_p = \frac{1}{2} K_p \gamma H^2$$

Y el coeficiente de empuje  $K_p$ , se obtiene de acuerdo a la expresión:

$$K_p = \frac{\sin^2(\eta + \phi)}{\sin^2 \eta \sin(\eta + \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\eta + \delta) \sin(\eta - \beta)}} \right]^2}$$

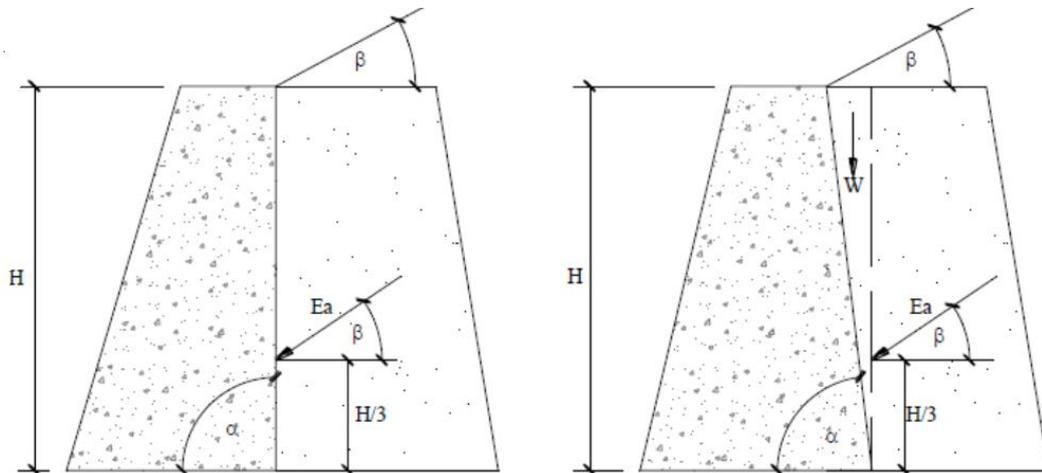
### 1.3.1.2 Teoría De Rankine

En su estudio realizado al suelo en el 1857, Rankine considera al suelo como una masa en estado de equilibrio plástico, siendo el mínimo estado de equilibrio en que puede encontrar el suelo, siendo extremo y a punto de una rotura.

En la teoría de Rankine los cálculos para obtener los empujes del suelo sobre los muros son más sencillas de resolver que la teoría de Coulomb, debido a las consideraciones en su hipótesis, las siguientes:

- El terreno es una masa homogénea e isótropa
- No existe rozamiento entre la superficie del terreno y el muro.
- El paramento posterior del muro es vertical.
- La resultante del empuje de tierras está aplicada a un tercio de la altura del muro, medida desde su base.
- Se considera paralela el empuje de tierra a la inclinación del terreno, formando el ángulo  $\beta$  con la horizontal.

Figura 4: Teoría de Rankine



Fuente: (Yaccirema Chimbo, 2013)

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\alpha < 90^\circ$$

Los empujes activos y pasivos que considera la teoría Rankine son:

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a \qquad E_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p$$

Y los coeficientes de los empujes resultan las siguientes expresiones:

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

$$K_p = \cos\beta * \frac{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}$$

Según la (Norma CE.020, 2012), el empuje de tierra por el método de Rankine simplifica en el siguiente cuadro:

Cuadro: Método de Rankine ( $\omega=\beta=\delta_m=0$ ) – Empuje de Tierras

Tipo de Empuje	Condición necesaria	Estado Tensional	Modelo utilizado del suelo	Condición del suelo	Empuje	Coefficiente de empuje de tierra $K_0$	Observación	Efecto de sobrecarga ( $P_s$ )
Reposo ( $P_o$ )	No hay deformación lateral	Alejado de la falla	Lineal	Equilibrio elástico	$P_o = K_0 \gamma z$	$K_0 = \frac{\nu}{1-\nu}$	$\nu \in [0,05]$ $K_0 \in [0,1]$	
Activo ( $P_a$ )	Presenta deformación lateral	Falla	Plástico	$\phi$	$P_a = k_a \gamma \cdot z$	$K_a = \text{tg}^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$		$P_s = K_a q$ o $h_s = \frac{q}{\gamma}$
				c	$P_a = \gamma z - 2c$			
				c, $\phi$	$P_a = k_a \gamma z - 2c \sqrt{k_a}$			
Pasivo ( $P_p$ )	Presenta deformación lateral	Falla	Plástico	$\phi$	$P_p = k_p \gamma z$	$K_p = \text{tg}^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$	$P_p \approx 10 \cdot P_a$	$P_s = K_p q$ o $h_s = \frac{q}{\gamma}$
				c	$P_p = \gamma z + 2c$			
				c, $\phi$	$P_p = k_p \gamma z + 2c \sqrt{k_p}$			

Fuente: (Norma CE.020, 2012)

### 1.3.1.3 Teoría De Terzaghi

La Teoría de Terzaghi plantea un método en base a las experiencias de teorías anteriores como la de Coulomb y Rankine y su propia experiencia, siendo quizá el método más seguro para la obtención de la resultante de empujes de tierra, teniendo restricciones para muros mayores a siete metros de altura.

Terzaghi señala, (Terzaghi & Peck, 1973), para diseñar un muro de contención se debe de tener en cuenta previamente el tipo de relleno, afín de que el proyecto sea el adecuado a las condiciones existentes, los cinco tipos de suelo determinado por Terzaghi son las siguientes:

1. Suelos granulares grueso, sin partículas finas. (Arena o grava)
2. Suelos granulares grueso de baja permeabilidad. (Con contenido de limo)
3. Suelos residuales, con arena fina limosa, piedras y materiales granulares, con cantidad apreciable de arcilla.
4. Arcillas plásticas o muy blandas, limos orgánicos o arcillas limosos.
5. Arcilla compacta o semi compacta, de modo que no penetre las aguas de las lluvias o inundaciones o en cantidades despreciables, si no cumple esta condición la arcilla no usar el material o reemplazar otro adecuado.

Terzaghi determino y clasifico a los suelos según su el espeso específico para obtener los resultados de empuje.

Tipo de suelo	Peso Especifico
1	$\gamma = 1.73 T/m^3$
2	$\gamma = 1.77 T/m^3$
3	$\gamma = 1.77 T/m^3$
4	$\gamma = 1.70 T/m^3$
5	$\gamma = 1.70 T/m^3$

El método de Terzaghi es aplicable en cuatro categorías de rellenos que están relacionados por sus formas de superficie y tipo de sobrecarga. Las siguientes categorías.

Relleno con superficie plana y sin sobrecarga.

- 1) Relleno con superficie inclina desde la corona del muro hasta una determinada altura y luego plano.
- 2) Relleno con superficie plana y con sobrecarga uniformemente distribuida.
- 3) Relleno con superficie plana, paralela a la corona del muro y con sobrecarga lineal uniformemente distribuida.

Para el primer caso, puede calcularse el empuje activo utilizando los gráficos de la figura 5, aplicando en las fórmulas siguientes:

$$E_H = \frac{1}{2} K_H H^2$$

$$E_V = \frac{1}{2} K_V H^2$$

Los valores de los coeficientes  $K_h$  y de  $K_v$  serán determinados juntos al ángulo  $\beta$  de inclinación del relleno en los gráficos de la figura 5, y el punto de aplicación se ubica a  $H/3$ . Si el material de relleno a emplear sea del tipo 5, el punto de aplicación del empuje sería  $\frac{1}{3}(H - 1.20m)$  por encima de la cimentación del muro.

Para el segundo caso, los valores de los coeficientes  $K_h$  y de  $K_v$  serán determinados juntos al ángulo  $\beta$  de inclinación del relleno en los gráficos de la figura 6, y el punto de aplicación se ubica a  $H/3$ . Si el material de relleno a emplear sea del tipo 5, el punto de aplicación del empuje sería  $\frac{1}{3}(H)$  por encima de la cimentación del muro.

Para el tercer caso, el empuje unitario se incrementa en la sección vertical ab (figura 6) en forma uniforme en la cantidad:

$$P_q = C_q$$

En la tabla 1, se interpreta el coeficiente C y que depende del tipo de suelo.

Para el cuarto caso, donde la superficie soporta una sobrecarga lineal paralela a la corona del muro, se considera que la sobrecarga ejerce una fuerza horizontal sobre la sección vertical ab de la figura 6:

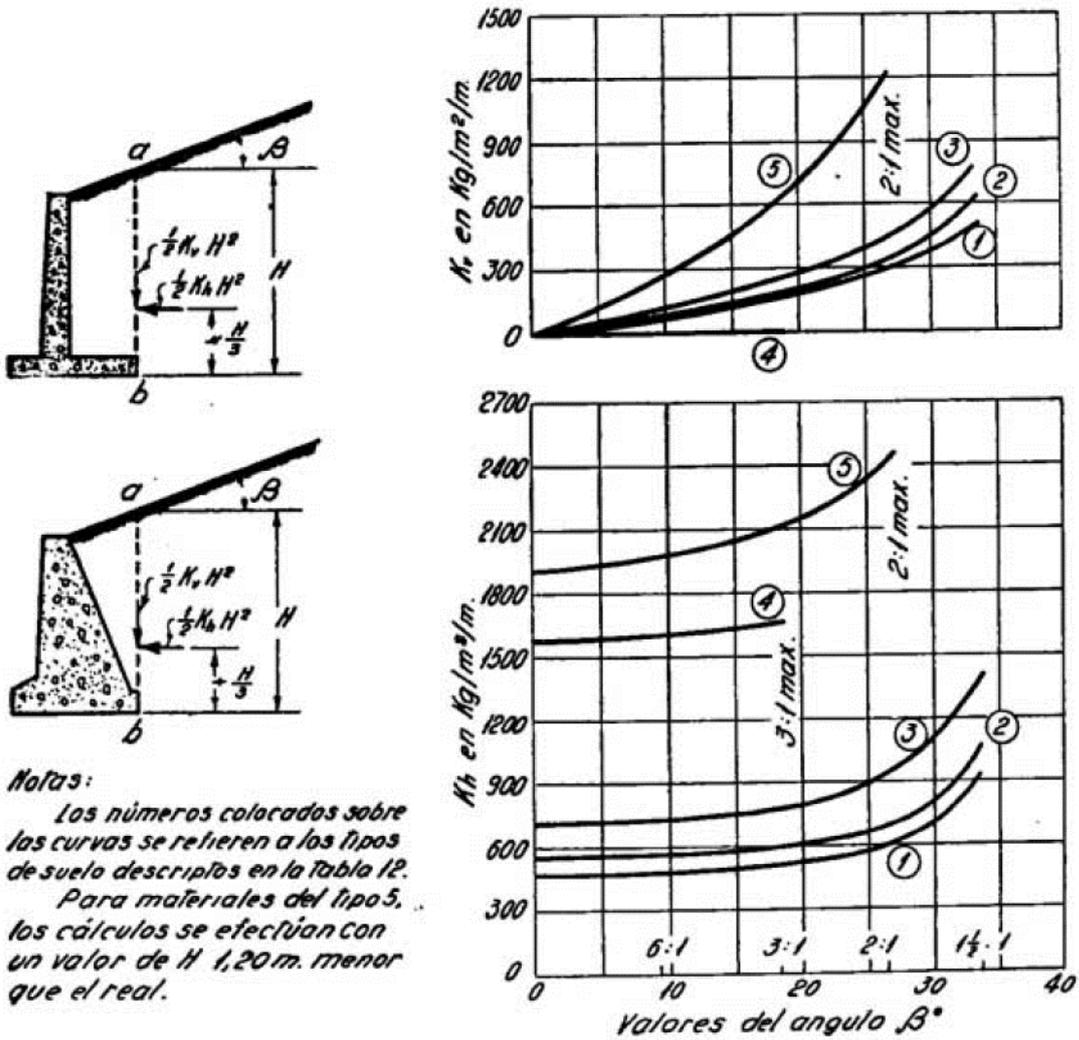
$$P_{q'} = C_{q'}$$

En la tabla 1, se interpreta el coeficiente C que depende del tipo de suelo. El punto de aplicación de la fuerza  $P_{q'}$  se grafica el diagrama de la figura 6.

También la carga línea  $q'$  ejerce una presión sobre el talón del muro, que esta uniformemente distribuida en la base EF, siendo expresión para el cálculo:

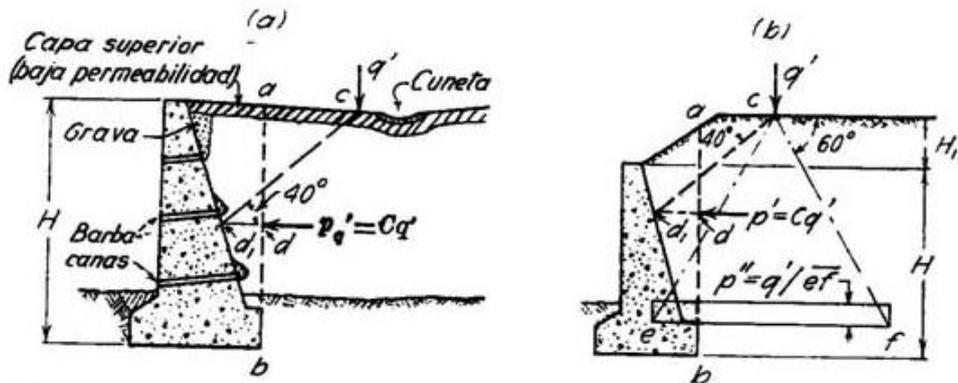
$$p'' = \frac{q'}{ef}$$

Figura 5 Gráfico para determinar la presión del relleno sobre muros que lo sostienen con una superficie límite plana (nota:  $1\text{kN/m}^3=6.361\text{ lb/pies}^3$ )



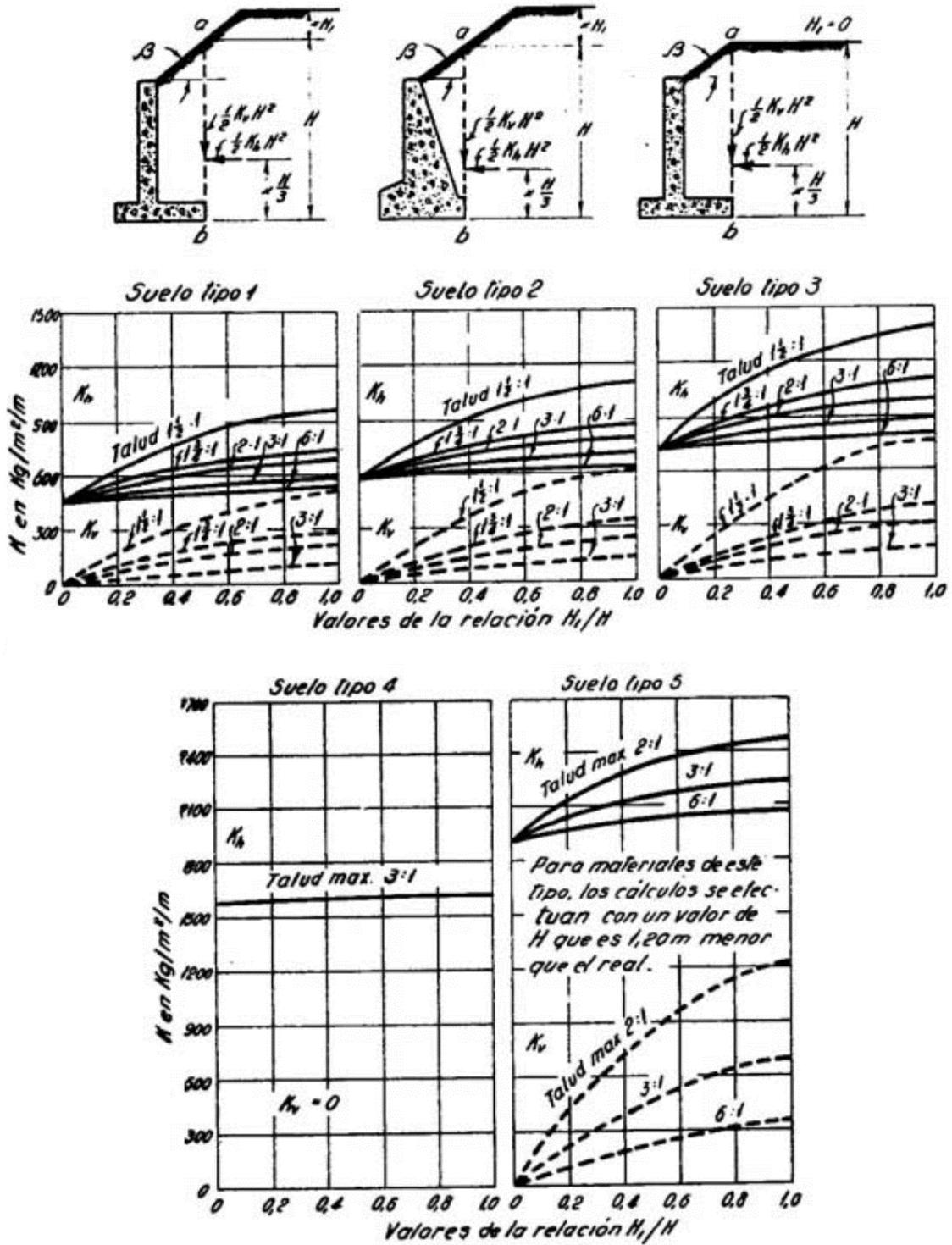
Fuente: (Terzaghi & Peck, 1973)

Figura 6 Diagramas para el cálculo del empuje ejercida por una sobrecarga lineal



Fuente: (Terzaghi & Peck, 1973)

Figura 7 Gráfico para calcular los empujes sobre muros con relleno inclinados desde la corona hasta una altura determina y luego plano horizontal.



Fuente: (Terzaghi & Peck, 1973)

Tabla 1 Coeficiente C para tipos de relleno

Tipo de suelo	C
1	0.27
2	0.30
3	0.39
4	1.00
5	1.00

Fuente: (Terzaghi & Peck, 1973)

Para garantizar los diseños de los muros de contención calculado con el método de Terzaghi, se debe de implementar un sistema de drenaje, para evitar generar presiones hidrostáticas contra el muro de contención.

### 1.3.2 Análisis De Estabilidad Por Equilibrio Límite

Con el método de límite de equilibrio se obtiene factores de seguridad o a través de un análisis regresivo, se obtienen valores de la resistencia al cortante en el momento de la falla. Para calcular el factor de seguridad del talud, se debe primeramente determinado las propiedades de resistencia al cortante de los suelos, las presiones de poros y otras propiedades del suelo y del talud.

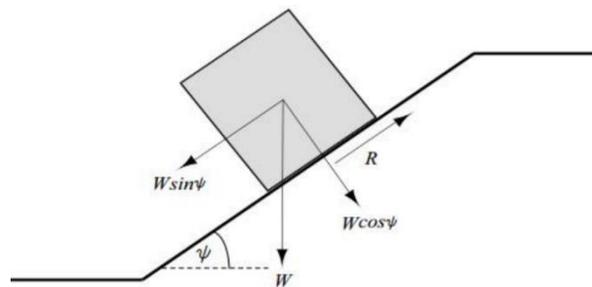
Señala (Suarez Diaz, 1998) este tipo de análisis por el método de equilibrio limite requiere información sobre la resistencia del terreno, pero no considera necesaria información sobre la relación esfuerzo-deformación. Así mismo supone si sucede una falla las fuerzas actuantes y resultantes tendrían un factor de 1.00 a lo largo de la superficie, (pág. 121).

El análisis por equilibrio limite, determina la resistencia en los suelos de la ladera si tienen la capacidad soportar las fuerzas de corte que provocan las fallas y deslizamientos.

El método de límite de equilibrio está fundamentado en el comportamiento físico (estático), que describiremos:

Para visualizar el criterio de análisis graficaremos un bloque o masa de peso  $W$  que reposa sobre un plano con pendiente de ángulo  $\psi$  con respecto a un plano horizontal, y estando solamente afectado por la gravedad que reacciona verticalmente al bloque  $W$ .

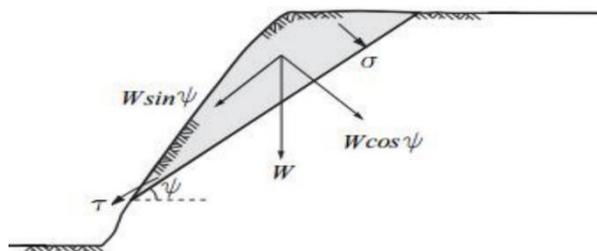
Figura 8 Geometría de un bloque deslizante en un plano inclinado a un ángulo  $\Psi$



La componente del peso “W” que tiende a mover el bloque hacia abajo es  $W \sin \psi$  y la componente que ayuda a estabilizarlo al bloque es  $W \cos \psi$ .

Al suponer que el bloque y la superficie está formada por suelo, entonces el esfuerzo normal  $\sigma$  que actúa a lo largo de la superficie de deslizamiento, se encuentra dado por:

Figura 9 Bloque Talud con superficie de falla plana a  $\psi$  grados de la horizontal



Fuente: (Hoek & Bray, 1981)

$$\sigma = \frac{W \cos \psi}{A} \quad (1)$$

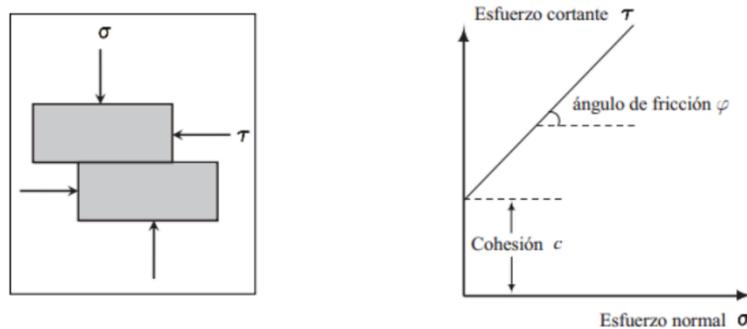
Dónde

A= Área de la base del bloque.

El esfuerzo cortante ( $\tau$ ) que actúa en esta superficie de “falla”, según la ecuación de Mohr Coulombes:

$$\tau = C + \sigma \tan \psi \quad (2)$$

Figura 10 Relación entre el esfuerzo cortante  $\tau$  y esfuerzo normal  $\sigma$



Sustituyendo la ecuación 1 en 2.

$$\tau = c + \frac{W \cos \psi \tan \varphi}{A} \quad (3)$$

En la ecuación 3, reemplazamos la fuerza que soporta el deslizamiento del bloque,  $R = \tau A$ , “ver figura 10”, se obtiene una nueva expresión siguiente:

$$R = cA + W \cos \psi \tan \varphi \quad (4)$$

El bloque se encuentra en equilibrio límite o a punto de deslizarse, esto sucede cuando las fuerzas deslizadoras y las resistentes son iguales y se representa con la siguiente expresión:

$$W \sin \psi = cA + W \cos \psi \tan \varphi \quad (5)$$

Con la finalidad de incorporar el concepto de equilibrio límite en la estabilidad de taludes, usaremos un factor de seguridad ( $\eta$ ), que estará definido como la relación de todas las fuerzas que intervienen en la resistencia al desplazamiento sobre el plano inclinado sobre el total de las fuerzas que contribuyen al movimiento del bloque.

Considerando el bloque de la figura “a” tenemos que el factor de seguridad ( $\eta$ ) se encuentra dado por:

$$\eta = \frac{cA + W \cos \psi \tan \varphi}{W \sin \psi} \quad (6)$$

Se concluye, que un talud se encuentra en estado de equilibrio límite, cuando todas las fuerzas de resistencia al desplazamiento y las desestabilizadoras son iguales,  $\eta = 1.0$  según la ecuación 6. Para considerar como un talud estable siempre todas las fuerzas resistentes sean mayores a las fuerzas desestabilizadoras, teniendo al factor de seguridad  $\eta$ , mayor que uno ( $\eta > 1.0$ ). En la Práctica, el factor de seguridad para la estabilidad de taludes en obras en carretera generalmente se considera como mínimo de 1.50 (Hoek & Bray, 1981).a consecuencia de que los taludes permanecerán por largo tiempo, siendo caso contrario en obras de mina a tajo abierto se considera de 1.0 a 1.20 de factor de seguridad, por el tiempo corte de tiempo de permanencia de los taludes.

### 1.3.2.1 Análisis Estático

En el análisis estático la estabilidad de taludes se define por el factor de seguridad, donde se requiere las características topográficas, hidrológicas, grietas de tensión, resistencia cortante del suelo, etc. Para este método el factor de seguridad por un factor, donde el esfuerzo de corte de suelo debe de ser disminuido para lograr obtener un estado de equilibrio límite de la masa, en toda la superficie de falla. Así mismo para un análisis de esfuerzo efectivo, los esfuerzos de corte se definen como:

$$S_m = c' + (\sigma_n - u)tg\Phi'$$

*Dónde:*

*S=esfuerzo de corte*

*c'=cohesión efectiva*

*$\Phi$ =ángulo efectivo de fricción interna*

*$\sigma_n$ =esfuerzo total normal*

*u=presión de poros*

En la ecuación de  $S_m$ , están involucrados todas las fuerzas actuantes en una superficie de falla circular y la respectiva nomenclatura de las variables involucradas en el método del equilibrio límite.

### 1.3.2.2 Análisis Pseudoestáticas

Este análisis utiliza métodos de equilibrio límite (Método de Bishop), adicionando fuerzas Pseudo - estáticas horizontales y verticales, a consecuencia de evento sísmico. Para las fuerzas sísmicas, se asumen que son proporcionales al peso de la masa de deslizamiento potencial y de los coeficientes  $K_h$  y  $K_v$  señalados en términos de veces la aceleración  $g$ , producida por el sismo.

(Ruesta Ruiz, Diaz Collantes, & Alva Hurtado, 2011) Establecieron valores del coeficiente sísmico según factores predominantes como la sismicidad de la zona, condiciones de la cimentación, tiempo útil de la presa y los riesgos de daños de las estructuras aguas debajo de la presa. (pág. 2)

La carga sísmica seudo - estática solamente es utilizada en la superficie más crítica registrada en el análisis estático, en la mayoría de los análisis la fuerza vertical se asume cero, y solamente consideran las fuerzas sísmicas horizontales.

Con el método seudo - estático se identifican incongruencias al simular el efecto de un sismo real sobre el talud, conociendo el comportamiento de las estructuras de tierra como cuerpos deformables, y a su vez que la geometría y su naturaleza de movimiento de los materiales de la estructura influyen en la respuesta a los estímulos sísmicos.

Según (Suarez, 2013) el método de análisis pseudoestáticas considera una fuerza estática aplicada sobre el muro de contención, en reemplazo de una fuerza dinámica del sismo. Por ende, este método no considera las fuerzas cíclicas y dinámicas del sismo. (pág. 130).

La fuerza estática actúa en la parte central de la cuña de Coulomb, con la siguiente expresión:

$$P_E = k_h W$$

Dónde:

$P_E$ =fuerza sísmica horizontal

$W$ =Peso de la cuña activa de Coulomb en Kn

$K_h$ =Coeficiente sísmico seudo-estático, adimensional

Los valores de  $k_h$  deben ir en relación a la aceleración máxima del lugar y su magnitud sísmica, por cual, (Suarez, 2013) recomienda los siguientes valores de  $k_h$

$K_h=0.10$  (lugares cercados a eventos de sismo de magnitud 6.5)

$K_h=0.15$  (lugares cercados a eventos de sismo de magnitud 8.5)

(Alva Hurtado & Torres Cabrejos, 1983) Sugiere para Perú que los coeficientes estén entre 0.05 a 0.25

Según la Norma E.0.30 Diseño Sismorresistente (Ministerio de Vivienda, 2016), zonifica al Perú en cuatro, considerando la aceleración máxima horizontal de 0.1 a 0.45

### **1.3.3 Análisis de estabilidad**

(Torres Belandria, 2008) “Señala para el análisis de estabilidad de la estructura se debe de tener en consideración las fuerzas que actúan en la parte superior de la base de fundación, dentro de las fuerzas están los de empuje, el peso propio de la estructura, peso de tierra del terraplén, cargas y sobrecargas adicionales, todo con ello con la finalidad de analizar y estudiar la estabilidad al volcamiento, desplazamiento y las presiones aplicadas en el suelo” (pág. 8).

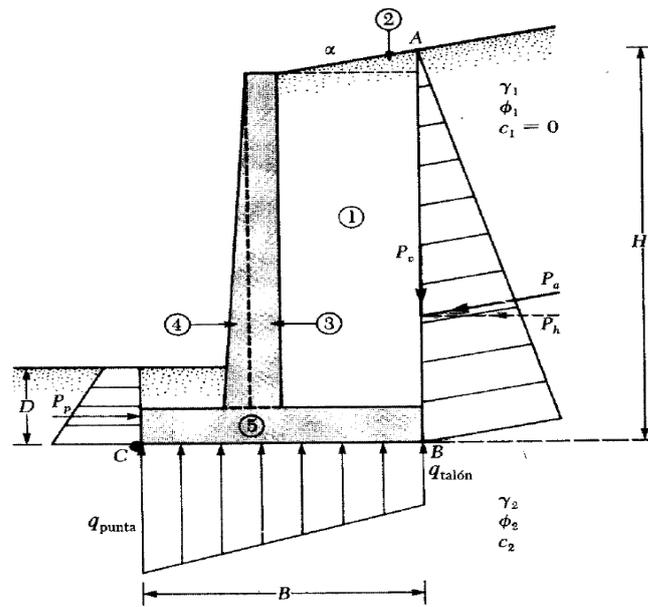
Una de las fuerzas que actúan en el centro de gravedad de la sección es el peso propio del muro, que se calcula fácilmente, con las divisiones del muro en partes geoméricamente conocidas.

Otra de las fuerzas que tiene relación directa con el análisis de estabilidad, es la presión que ejerce la tierra del relleno sobre el muro, resultando un probable desplazamiento de la estructura que se denomina presión activa, en otro caso, si no existe un movimiento en el muro se podría indicar que existe una presión en estado de reposo, y si el muro genera un desplazamiento hacia el relleno estaríamos frente a una presión pasiva.

#### **1.3.3.1 Estabilidad al volcamiento**

La estabilidad al volcamiento esta provocado por el empuje del suelo que ejerce presiones sobre el muro y tiende a voltearlo, según el grafico en el punto C, y las fuerzas verticales que se oponen, son las que generan momentos de sentido contrario respecto al mismo punto denominado Momento estabilizante.

Figura 11 Volcamiento por efecto del empuje del terreno



Fuente: (Das, 2001)

El factor de seguridad al volcamiento, está relacionada entre el momento de estabilidad y el momento de volteo siendo ( $FS_{(volteo)}$ ) mayor o igual al parámetro establecido en las normas.

$$FS_{(volteo)} = \frac{\sum M_R}{\sum M_0} \geq 2.0$$

Dónde:

$FS_{(volteo)}$  = Factor de seguridad al volcamiento.

$\sum M_0$  = Sumatoria de los momentos de las fuerzas desestabilizantes respecto al punto C.

$\sum M_R$  = Sumatoria de los momentos de las fuerzas estabilizantes respecto al punto C.

El momento de volcamiento es:

$$\sum M_0 = P_h \left( \frac{H'}{3} \right)$$

Dónde:  $P_h = P_a \cos \alpha$

El momento de las fuerzas estabilizantes o resistentes,  $\sum M_R$  despreciando  $P_p$ , se prepara una tabla de cálculo (tabla a), donde coloca los pesos del suelo y concreto que son fuerzas que aportan al momento resistente, así como la componente  $P_v$ , que resulta de la vertical de la fuerza activa  $P_a$ , o  $P_v = P_a \sen \alpha$

Entonces el momento de la fuerza  $P_v$  respecto al punto C es:

$$M_v = P_v B = P_a \sin \alpha B$$

Dónde B=ancho de la base de zapata

El valor mínimo según la (Norma CE.020, 2012) que debe tener el (FS<sub>v</sub>) es de 2.0 con la finalidad de garantizar su mayor estabilidad al volteo.

Tabla 2 Procedimiento para calcular la  $\sum M_R$

Sección (1)	Área (2)	Peso/unidad de longitud de muro (3)	Brazo de momento medido desde C (4)	Momento respecto a C (5)
1	$A_1$	$W_1 = \gamma_1 \times A_1$	$X_1$	$M_1$
2	$A_2$	$W_2 = \gamma_2 \times A_2$	$X_2$	$M_2$
3	$A_3$	$W_3 = \gamma_c \times A_3$	$X_3$	$M_3$
4	$A_4$	$W_4 = \gamma_c \times A_4$	$X_4$	$M_4$
5	$A_5$	$W_5 = \gamma_c \times A_5$	$X_5$	$M_5$
6	$A_6$	$W_6 = \gamma_c \times A_6$	$X_6$	$M_6$
		$P_v$	$B$	$M_v$
		$\sum V$		$\sum M_R$

*Nota:*  $\gamma_1$  = peso específico del relleno  
 $\gamma_c$  = peso específico del concreto

Fuente: (Das, 2001)

Luego de haber determinado la... de la tabla 5, el factor de define de la siguiente expresión.

$$FS_{(volteo)} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_v}{P_a \cos \alpha (H'/3)} \geq 2.0$$

### 1.3.3.2 Estabilidad al Deslizamiento

La estabilidad al deslizamiento está provocada por las componentes horizontales del empuje activa (Eah) que trata de deslizarlo al muro en la dirección de la fuerza, pero encontrándose con fuerzas opositoras como la de fricción y rozamiento que existe en plano o contacto entre el muro y el suelo de cimentación. Así mismo la fuerza de rozamiento (Fr) es parte de las funciones de las magnitudes de las fuerzas verticales que actúan con presiones sobre el suelo de cimentación y como del coeficiente de la fuerza de fricción entre el muro y el suelo.

$$F_r = f \cdot \Sigma W$$

Dónde:

$F_r$  = Fuerza de rozamiento o fricción.

$f$  = Coeficiente de rozamiento.

$\Sigma W$  = Fuerza normal en la base del cimiento.

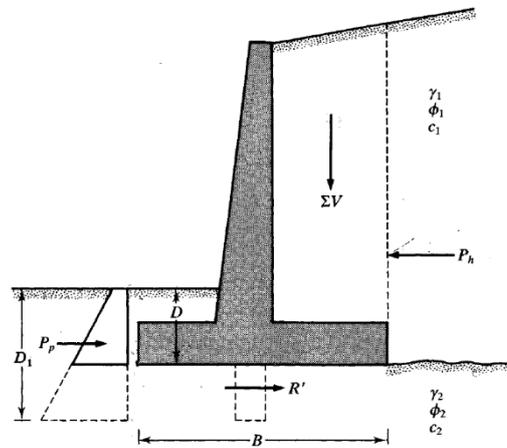
Para diseños prácticos lo que se usa en suelos granulares, es el de coeficiente de rozamiento entre el suelo y el concreto o la cohesión cuando se diseña en suelos cohesivos.

En cuadro se indica los coeficientes de rozamiento que se podrían utilizarse cuando no se tiene datos obtenidos experimentalmente.

Tabla 3 Coeficientes de fricción

MATERIAL	f
Arena o grava gruesa sin limo	0.50 – 0.70
Materiales granulares gruesos con limo	0.45
Arena ó grava fina	0.40 – 0.60
Arcillas densas	0.30 – 0.50
Arcillas blandas o limo	0.20 – 0.30

Figura 12 Análisis por deslizamiento a lo largo de la zapata



Fuente: (Das, 2001)

El valor mínimo requerido para el factor de seguridad al deslizamiento debe de ser 1.50, pero con frecuencia en la práctica se usa un factor de 2.00, especialmente en puentes. Que el factor

de seguridad resulta de la relación de las fuerzas que se oponen al movimiento que aquellas que la producen, la expresión es la siguiente:

$$FS_{(deslizamiento)} = \frac{\sum F_{R'}}{\sum F_d} \geq 1.5$$

Dónde:

$FS_{(deslizamiento)}$  =Factor de seguridad al deslizamiento.

$\sum F_{R'}$  = Sumatoria de las fuerzas resistentes horizontales.

$\sum F_d$  = Sumatoria de las fuerzas actuantes horizontales (empuje).

De la figura 12, el factor de seguridad al deslizamiento que involucra directamente las presiones activa y pasiva se expresa de la siguiente manera:

$$FS_{(deslizamiento)} = \frac{(\sum V) \tan \delta + BC_a + P_p}{P_a \cos \alpha} \geq 1.5$$

En muchos casos en el cálculo de factor de seguridad al deslizamiento el empuje pasivo  $P_p$  se desprecia y se generalmente se expresa  $\delta = k_1 \phi_2$  y  $C_a = k_2 c_2$  siempre  $k_1$  y  $k_2$  se encuentran en el rango de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{2}{3}$ . Entonces se tiene la expresión

$$FS_{(deslizamiento)} = \frac{(\sum V) \tan(k_1 \phi_2) + B(k_2 c_2) + P_p}{P_a \cos \alpha} \geq 1.5$$

En otro caso, si el factor de seguridad no cumple el 1.5, se requiera aumentar la resistencia, y para ello se tendrá que insertar un dentellón en la zapata del muro ver figura12, la fuerza de empuje pasiva en la punta sin inserción del dentellón seria:

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma_2 D^2 K_p + 2c_2 D \sqrt{K_p}$$

Si se incluye un dentellón, la fuerza de empuje pasiva por longitud de muro seria:

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma_2 D_1^2 K_p + 2c_2 D_1 \sqrt{K_p}$$

Dónde

$$K_p = \tan^2(45 + \phi_2/2)$$

Normalmente un dentellón se diseña en la parte inferior de la cimentación del muro que incluye refuerzo, este diseño ayudara a incrementar la resistencia del empuje pasiva en la punta, haciendo que se incrementa el factor de seguridad a deslizamiento.

### 1.3.3.3 Estabilidad por Capacidad de Carga

(Das, 2001), señala que la fuerza vertical ejercida al terreno por la cimentación del muro de contención debe de compararse con la capacidad ultima de carga del suelo, se tiene que  $q_{punta}$  y  $q_{talón}$  son la fuerza o presiones máxima y mínima que se ejercen en los extremos de la losa de base, punta y talón, respectivamente. Las medidas de  $q_{punta}$  y  $q_{talón}$  pueden expresarse de las fórmulas siguientes: (pág. 401)

Bajo principios de la mecánica de materiales, se determina la presión bajo la losa de la base;

$$q = \frac{\sum V}{A} \pm \frac{M_{neto}\gamma}{I}$$

Dónde,

$$M_{neto} = \text{momento} = (\sum V)e$$

$$I = \text{momento de inercia de una sección de base} = \frac{1}{12}(1)(B^3)$$

Sustituyendo  $\gamma=B/2$  en la expresión anterior se obtendrá la presión máxima y mínima, carga aplica al H/3 central:

$$q_{max} = q_{punta} = \frac{\sum V}{(B)(1)} + \frac{e(\sum V)\frac{B}{2}}{\left(\frac{1}{12}\right)(B^3)} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

Del mismo modo,

$$q_{min} = q_{talón} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

Dónde,

$e$  = excentricidad

$B$  = ancho de la zapata

$V$  = fuerza vertical

Si del análisis resulta un  $e > B/6$ , se debe de redefinir y volver a calcular el muro de contención.

La ecuación general de capacidad de carga última  $q_u$  de una zapata superficial de un muro es:

$$q_u = c_2 N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Dónde,

$q_u$  = carga última

$c$  = cohesión del suelo

$\gamma$  = peso específico del suelo de cimentación

$q = \gamma D_f = \text{carga}$

$B$  = ancho de la zapata

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$  = factores de forma

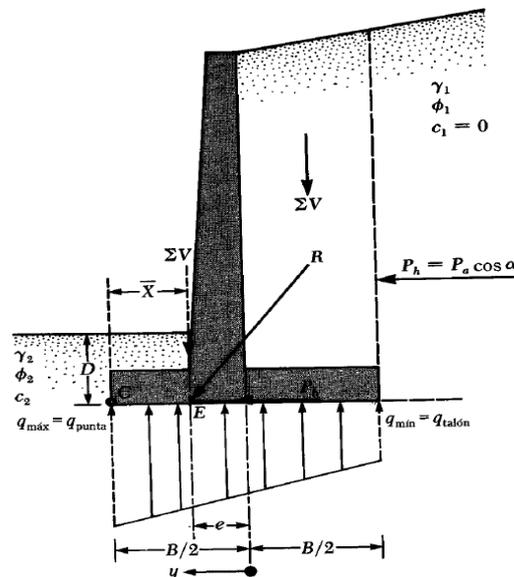
$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$  = factores de inclinación

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores de capacidad de carga que dependen del ángulo de fricción

Con la siguiente expresión, se puede determinar o calcular el factor de seguridad contra la capacidad de carga:

$$FS_{(\text{capacidad de carga})} = \frac{q_u}{q_{\text{máx}}} \geq 3$$

Figura 13 falla por capacidad de carga



Fuente: (Das, 2001)

#### **1.3.4 Muros De Contención**

(Hanson & Peck, 1983), "Señala a los muros de contención como estructuras que se construyen con la finalidad de soporte lateral a una masa de tierra y deben su estabilidad principalmente a su propio peso y al peso del material acondicionado en la parte posterior y encima de su base". (pág. 285).

Los muros de contención son estructuras que se construyen con la finalidad para evitar o soportar el empuje de masas de tierras, por ello en los diseños de muro se toma en cuenta los esfuerzos horizontales, que tienden a provocar en los muros los efectos de volteo y deslizamiento. La intensidad de la presión de empuje está en relación al peso de la masa del suelo y su dimensionamiento, que a su vez estas dimensiones y peso están en relación a su naturaleza y contenido de humedad.

Para lograr la estabilidad en deslizamiento y volteo de un muro de contención, deben lograrse obtener diferentes fuerzas para contrarrestarse con los empujes horizontales ejercidas por la masa de suelo o relleno.

(Das, 2001), "indica que, para diseñar un muro de contención, se debe de conocer los parámetros básicos del terreno donde se construirá y del relleno retenido detrás del muro, como el peso específico, su ángulo de fricción y la cohesión, así mismo del suelo que está debajo de la zapata, con el fin de determinar para el diseño de muro, la distribución uniforme del empuje lateral". (pág. 387)

(Suarez Diaz, 1998) "la finalidad de una estructura de contención es soportar las fuerzas producidas por el suelo contenida y transferir esas fuerzas a la cimentación u otro plano fuera de la masa evaluada de actividad". (pág. 473)

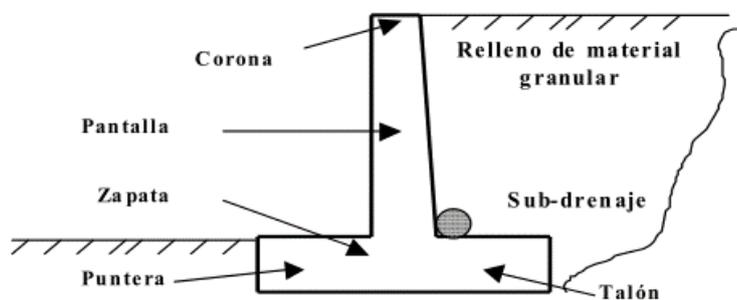
En la presente investigación analizaremos dos tipos de muros de contención (a gravedad y voladizo) que servirá como referente o alternativa de solución para dar solución a la estabilidad del talud inferior.

### 1.3.4.1 Muros En Voladizo De Concreto Armado

(Torres Belandria, 2008), “señala que los muros en voladizo son de concreto y reforzado con acero, su uso se ha generalizada para desniveles hasta 9 metros, siendo económico. Los muros de contención en voladizo resisten los empujes originado por la presión o fuerzas del relleno, a través de la acción en voladizo de una estructura vertical y una cimentación horizontal, garantizando su estabilidad. Se diseñan para soportar los momentos flectores y el cortante producidos por el empuje. La forma en T invertido del muro en voladizo y su ancho de zapata en conjunto con la tierra acondicionada en la parte posterior, evitan los momentos de volcamiento y deslizamiento” (pág. 5).

(Das, 2001), “identifica como estructuras de concreto reforzado y consta de un elemento vertical delgado y una base de tipo losa, señala también que este tipo de estructura es económico para muros de altura máxima de 25 pies (8 m)” (pág. 387).

Figura 14 Muro de contención en voladizo



Fuente: (Torres Belandria, 2008)

### 1.3.4.2 Muros a gravedad

(Torres Belandria, 2008) “señala que los muros a gravedad son aquellos muros de gran masa, y por lo cual tienden a resistir las fuerzas laterales que ejercen la tierra o rellenos mediante su propio peso y con el peso del suelo que se apoya en ellos, suelen ser macizos y no requieren generalmente de refuerzos. Su utilización resulta económica para alturas menores de 5 metros de altura” (pág. 5).

(Das, 2001), identifica como estructuras de concreto simple o con mampostería, que depende para su estabilización de cualquier terreno que descansa sobre ella y de su propio peso, señala también que este tipo de estructura no es económico para muros altos. (pág. 387)

Por sus grandes dimensiones de masa de concreto, las cargas actuantes de estos muros producen pequeña magnitud de esfuerzos, por lo cual es recomendable la utilización en la construcción concreto de baja calidad ( $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ ).

El análisis estructural de un muro a gravedad debe cumplir igual o menor los parámetros establecido por la construcción, teniendo todas sus secciones sometidas a condiciones de esfuerzos de tensión y compresión.

Las condiciones de tracción y compresión son, respectivamente:

$$f_T = \frac{M}{S} \leq f_{T\text{admisible}}$$

$$f_C = \frac{M}{S} \leq f_{C\text{admisible}}$$

Dónde:

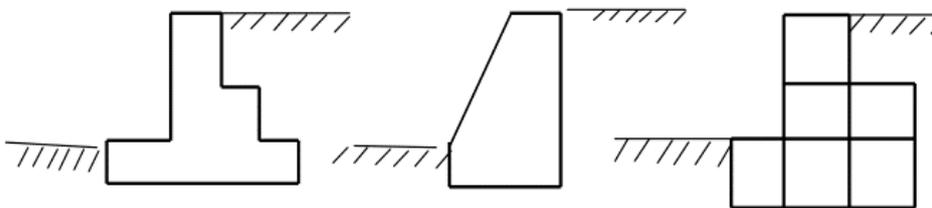
$f_t$  = Esfuerzo de tracción en una sección de muro.

$f_c$  = Esfuerzo de compresión en una sección de muro.

$M$  = Momento flector.

$S$  = Modulo seccional = Inercia / distancia al punto en análisis.

Figura 15 Muro a gravedad

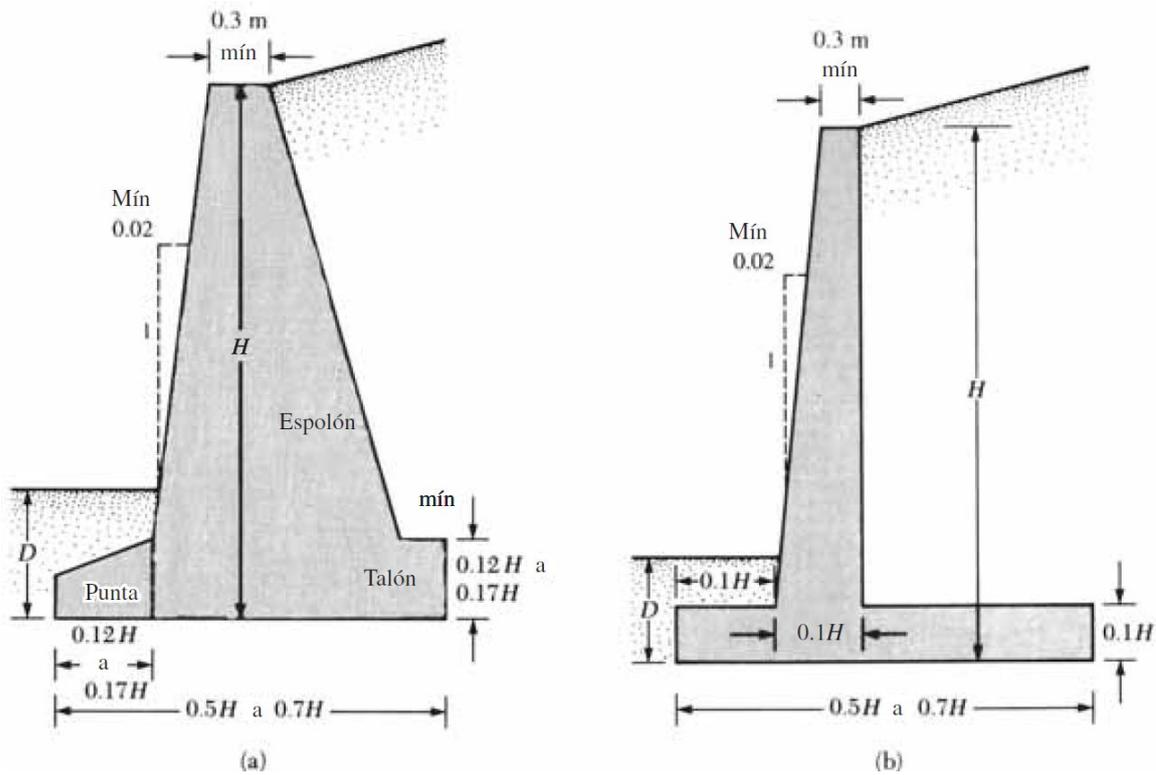


Fuente: (Torres Belandria, 2008)

### 1.3.5 Predimensionamiento de Muros De Contención

(DAS, 2013), señala que el proyectista debe de suponer algunas dimensiones, o dosificaciones a fin de verificar los resultados deseados con las pruebas de estabilidad, si no se cumple se tendrá que volver a verificar. (pág. 220)

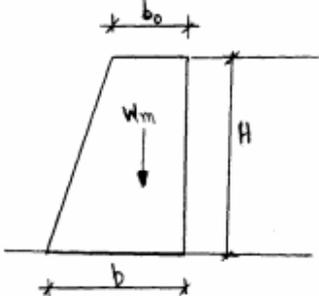
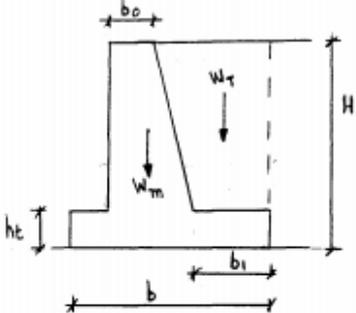
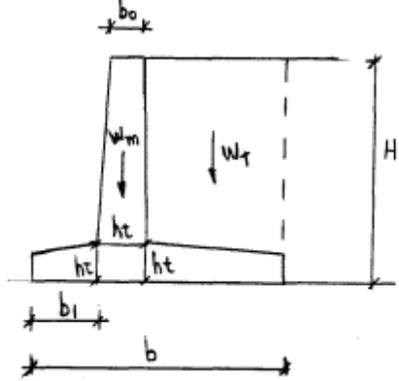
Figura 16 dimensiones de muros a gravedad y en voladizo para verificaciones iniciales de estabilidad (D mínimo de 0.60 m)



Fuente: (DAS, 2013)

Según el reglamento nacional de edificaciones, en la (Norma CE.020, 2012), señala los Predimensionamiento para los muros de gravedad y en voladizo. En el presente informe de tesis se tomarán en cuenta los Predimensionamiento de la norma CE.020 para los cálculos iniciales.

Figura 17 Predimensionamiento de muros de sostenimiento

Tipo	Esquema	Predimensiones
<p><b>MUROS DE GRAVEDAD</b></p> <p><math>H \leq 5 \text{ m}</math></p>		<p><math>b_0 = (0,25 \sim 0,3) H</math></p> <p><math>b = (0,4 \sim 0,6) H</math></p>
<p><b>MUROS DE SEMIGRAVEDAD</b></p> <p><math>H \leq 5 \text{ m}</math></p>		<p><math>b = (0,5 \sim 0,7) H</math></p> <p><math>b_0 = 0,3 \sim 0,5 \text{ m}</math></p> <p><math>ht = (1/8 \sim 1/16) H</math></p> <p><math>b_1 = 0,5 ht</math></p>
<p><b>MUROS EN VOLADIZO</b></p> <p><math>H \leq 10 \text{ m}</math></p>		<p><math>b_0 = 0,2 \sim 0,5 \text{ m}</math></p> <p><math>b_1 = (1/4 \sim 1/3) B</math></p> <p><math>ht = (1/8 \sim 1/12) H</math></p> <p><math>b = (0,4 \sim 0,7) H</math></p>

Fuente: (Norma CE.020, 2012)

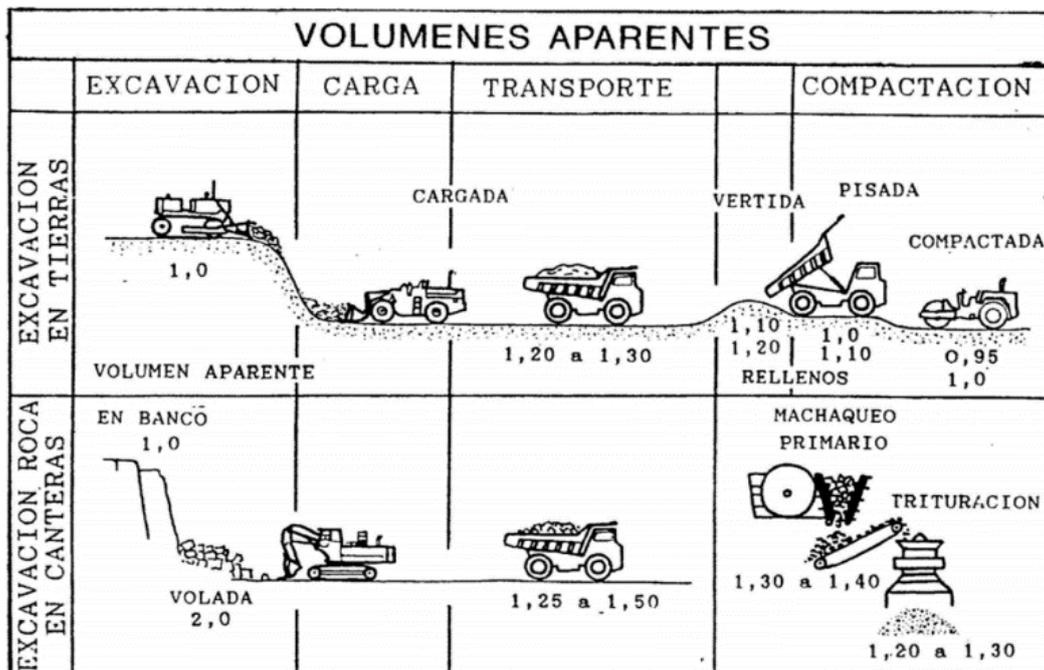
### 1.3.6 Movimiento De Tierra

(Cherné Tarilonte & Gonzales Aguilar, 2005), “Denomina movimiento de tierras a un conjunto de actividades u operaciones que se realizan manualmente o con maquinaria a los terrenos naturales, con la finalidad de alterar la topografía a las necesidades del proyecto de obras públicas, minería o industria.

Las operaciones del movimiento de tierras tienen las siguientes actividades: Excavación o arranque, Carga, Acarreo, Descarga, Extendido, Humectación o desecación, compactación, refinós, saneos, etc.” (pág. 7).

En la figura 18, se representa el proceso del volumen aparente (tomando como referencia 1m<sup>3</sup> de material en banco), durante las diferentes fases del movimiento de tierras.

Figura 18 Fases de movimiento de tierra



Fuente: (Cherné Tarilonte & Gonzales Aguilar, 2005)

## **1.4 Formulación Del Problema**

### **1.4.1 Problema General**

- ❖ ¿Qué relación existe entre el análisis técnico y económico de los muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta–Huayllay, Km1+920 al km2+000?

### **1.4.2 Problemas Específicos**

- ❖ ¿Cómo influye los criterios de dimensionamiento del muro de contención en la estabilidad taludes inferiores de la plataforma de la carretera canta-Huayllay?
- ❖ ¿Cómo influye en las características geotécnicas de los taludes inferiores el análisis estructural del muro de contención en la carretera Canta – Huayllay?
- ❖ ¿Cómo influye los Costos de los muros de contención en la estabilización de taludes inferiores de la plataforma de la carretera Canta – Huayllay?

## **1.5 Justificación Del Estudio**

Justificación de proyecto: el presente trabajo de investigación tiene como propósito de conocer y dar solución a los problemas de estabilización de taludes inferiores y de la plataforma con muros de contención, presentes en el sub sector del tramo de la carretera Canta - Huayllay, entre las progresivas 1+920 al 2+000, ubicada entre las localidades de Canta y Huayllay de las Región de Lima y Pasco.

Justificación social: con esta investigación de implementación de componentes estructurales de protección de taludes en la carretera Canta-Huayllay se beneficiarán los pobladores de las localidades cercanas con el transporte de productos agrícolas, pecuarios, artesanías y otros, así evitándose pérdidas económicas por los cierres de vía por eventos naturales de derrumbes o deslizamiento. Actualmente en el tramo mencionado se pueden evidenciar gran cantidad

de taludes inferiores en riesgo de falla por índole naturales, representando un riesgo inminente para las estructuras viales y por ende para las personas que transitan.

Justificación económica: la implementación de muros de contención en voladizo en la carretera canta-Huayllay es técnicamente viable por ser más eficiente a la resistencia de momentos de flexión, cortante debidos al empuje del terreno y a las condiciones climáticas de la zona.

Justificación académica: El método utilizado en el presente proyecto para el análisis de estabilidad de talud es el de equilibrio limite que se fundamenta en la resistencia al efecto de deslizamiento de taludes, tomando en cuenta algunas hipótesis en función al mecanismo de falla, condición de equilibrio, nivel freático, resistencia cortante, etc.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis General**

- El análisis técnico y económico de muros de contención determinara su elección en la estabilización de taludes inferiores de plataformas de la carretera canta –Huayllay en el sub tramo Km1+920 al km2+000.

### **1.6.2 Hipótesis Específicos**

- ❖ Los criterios de dimensionamiento de muros de contención en el diseño influyen es la estabilidad de taludes inferiores de la plataforma de la carretera canta- Huayllay.
- ❖ El análisis estructural del muro de contención influye en las características geotécnicas de los taludes inferiores de plataforma de la carretera Canta – Huayllay.
- ❖ Los costos de los muros de contención influirá en la elección del tipo de estructura para la estabilización de taludes inferiores de la plataforma de la carretera Canta - Huayllay.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

- ❖ Determinar los análisis técnico y económico de los muros de contención en la estabilización de taludes inferiores de la carretera Canta–Huayllay, Km1+920 al km2+000.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Evaluar la influencia de los criterios de dimensionamiento del muro de contención sobre las condiciones de estabilidad de los taludes inferiores de la plataforma de la carretera canta- Huayllay.
- ❖ Evaluar la influencia que existe en las características geotécnicas al realizar el análisis estructural del muro de contención en la estabilización de taludes inferiores de plataforma de la carretera Canta – Huayllay.
- ❖ Evaluar la influencia de los costos de los muros en la estabilización de taludes inferiores de la plataforma de la carretera Canta – Huayllay.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Método**

“El método científico es la manera para encontrar las situaciones en que se presentan diferentes sucesos específicos, expresado habitualmente, por ser tentativo, verificable, de razonamiento tenaz y observación empírica” (Tamayo, 2004, p.28).

Este plan de investigación se fundamentará en el método científico, en general por la naturaleza y las características de la investigación.

### **2.2 Fases Del Proceso De Investigación**

#### **2.2.1 Enfoque**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2006, p15), “el enfoque cuantitativo usa la recopilación de datos para experimentar hipótesis, establecido en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer modelos de comportamiento y ensayar teorías”

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, sus variables van ser medidos mediante información cuantificada.

#### **2.2.2 Tipo De Investigación**

Para Valderrama (2007, p. 29), “la investigación aplicada tiene como propósito de elaborar, proceder, construir, innovar; toma como importancia su uso de inmediato del conocimiento adquirido para un escenario real”.

La investigación realizada va poner en práctica los conocimientos anteriores para dar solución a un problema real, por lo tanto, esta tesis es una investigación aplicada.

#### **2.2.3 Nivel De Investigación**

Para Alvarado [et al.] (1994, p. 84), “los estudios analíticos o explicativos tratan de encontrar una respuesta por qué acontece determinado fenómeno, cuál es la raíz o factor de riesgo asociado, o cuál sería la consecuencia de esa causa o factor de riesgo. [...] indagan la correlación entre variables”.

Por los resultados manifestados de los análisis técnicos y económicos de los muros de retención y la estabilidad de estas, decimos que esta investigación es explicativa.

#### **2.2.4 Diseño De Investigación**

De acuerdo a Hernández y Col. (2006, p158) plantea referente al diseño de investigación: Se refiere a las secuencias, fases y estrategias aplicadas para llegar y conseguir los logros trazados, dentro de desarrollo formula un planteamiento de conjuntos de actividades organizadas, correlativas, organizadas, adecuadas a los particulares de cada vehículo de investigación, esto para indicarnos las secuencias y pruebas a desarrollar, como las técnicas de recolección y análisis de información.

El presente proyecto será analítico, debido a que el investigador modifica una o algunas de las variables estudiado.

### **2.3 Variables, Operacionalización**

#### **2.3.1 Variables**

##### **2.3.1.1 Variable Independiente**

Análisis técnico y económico de muros de contención.

(Yukio & Fukuoka, 1984), los muros de contención son estructuras de soporte de tierra para prevenir las fallas del suelo. Se construye para el corte o relleno de lugares en donde el talud no puede auto sostenerse a consecuencia de las condiciones de topografía y del lugar.” (pág. 124)

Las estructuras de contención son elementos que se construye para soportar las masas de tierra y evitan el deslizamiento causado por su propio peso, por cargas externas o por la erosión

##### **2.3.1.2 Variable Dependiente**

Estabilidad de Taludes.

(Gonzáles de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002) “La estabilidad de un talud está definida por factores geométricos; la altura y pendiente, factores geológicos; presencia de planos y zonas de debilidad y anisotropía en la ladera, factores hidrológicos; presencia de agua y finalmente factores geotécnicos o vinculados con el comportamiento mecánica del suelo; resistencia y deformabilidad” (pág. 432).

Para un buen análisis de estabilidades de taludes, se deben determinar e identificar con suficiente precisión los mecanismos de falla que intervinieron en los fenómenos de deslizamiento bajo estudio, o que pueden desarrollarse en el futuro. Además, se deben familiarizarse con técnicas de investigación del terreno, la exploración, los ensayos de campo y laboratorio y dominar los sistemas de obras correctivas y preventivas disponibles. La experiencia de campo nos brinda una mejor comprensión general sobre todos los tipos de falla de taludes y los mecanismos actuantes que suministra bases para su reconocimiento y clasificación.

### **2.3.2 Operacionalización de variable**

(Avila, 2006) Operacionalizar es determinar las variables para que sean medidas y manipulables de tal forma que sean susceptibles a las observaciones y cuantificaciones (pág. 45).

En esta investigación se estudiará la variable independiente en función a la dependiente que influye en la característica del terreno y su estabilización.

Tabla 4 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGÍA	
Análisis técnico y económico de muros de contención.	(Yukio & Fukuoka, 1984), "los muros de contención son estructuras de soporte de tierra para prevenir las fallas del suelo. Se construye para el corte o relleno de lugares en donde el talud no puede auto sostenerse a consecuencia de las condiciones de topografía y del lugar." (pág. 124)	Para el análisis técnico se usara el programa GEO 5 donde se determinara los m momentos de volteo y deslizamiento si cumplen los factores mínimos según el reglamento Nacional de Edificaciones CE.020, para los cálculos de requerirán peso propio del muro, empuje activo, empuje pasivo y fuerzas sísmicas del RNE E.030	Criterios de Dimensionamiento	Análisis por Volteo y Deslizamiento	Norma CE0.20 Programa GEO 5)	<b>Método:</b> Científico	
			Análisis Estructural	Peso propio Empuje pasivo Empuje Activo Sobrecargas			Método de Coulomb y Rankine (Programa GEO 5)
			Costos	Directos Indirectos	Presupuesto (programa S10)		<b>Enfoque:</b> cuantitativo
				Análisis de precios unitarios: - Mano de Obra - Materiales - Equipos - Rendimiento			
Estabilidad de Taludes	(Gonzáles de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002) "La estabilidad de un talud está definida por factores geométricos, geológicos, hidrológicos y geotécnicos, estos vinculados a la altura, pendiente, suelos anisotrópicos, presencia de agua, comportamiento mecánica del suelo su resistencia y deformabilidad". (pág. 432)	Para el cálculo de estabilidad de talud se utilizará una herramienta que está basada en método de equilibrio limite y que adopta la teoría de Mohr Coulomb, donde se obtendrá los resultados de factor de seguridad del talud, para los cálculos se requerirán los parámetros de Angulo fricción cohesión, densidad, sobrecargas y esfuerzo normal del terreno. El programa que cumple y a utilizar es, SLIDE V6.0	Características geométricas.	Altura de Talud Tipo de Talud Pendiente Tipo de Suelo	Estudio Topográfico: Levantamiento topográfico	<b>Nivel:</b> explicativo	
			Características geotécnicas	Resistencias Deformabilidad			Ensayo de corte directo
			Factor de seguridad	cohesión Ángulo de fricción Esfuerzo Normal Sobrecarga Densidad del suelo	Ensayo granulométrico Ensayo Limite Liquido Ensayo de limite plástico Ensayo de contenido de humedad		<b>Enfoque:</b> cuantitativo
			Método de equilibrio límite	Bishop simplificado Software Slide	Software Slide v6.0		

*Fuente: propia*

## **2.4 Población y muestra**

### **2.4.1 Población**

La población es un conjunto finito o infinito de elementos con características habituales. (Arias 2012, p.81),

“Todo conjunto de elementos que se requieren informarse o investigar parte de sus características” (Balestrini, 2001).

Con lo mencionado por los autores, la población para el estudio es la carretera Canta Huayllay

### **2.4.2 Muestra**

Arias, indica que la muestra es una representación parcial de elementos finitos que se consigue de la población viable. (Arias 2012, p.83).

En el proyecto se realizarán tomas de muestras de suelo de un tramo de 140 m desde km 1+920 hasta km 2+000, con lo cual se determinará las propiedades y características de los materiales, principalmente se tomará muestra de la zona más vulnerable de inestabilidad. Para luego sea procesado en gabinete manteniendo un orden metodológico convencional que lograra un resultado de alternativas de solución técnicas y económicas.

## **2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.5.1 Técnica de recolección de datos**

(Carrasco, 2006) señala que la recolección de datos puede utilizar diferentes técnicas, o sistemas con el fin de obtenerlas que serán importantes en una investigación, pueden ser mediante entrevistas, encuestas, observaciones, cuestionarios, diagramas o diccionario de datos. (pág. 174).

Se utilizará fichas elaboradas con el programa Excel, donde se colocarán datos de tipo de suelo, medidas de los muros, cargas y otras informaciones necesarias para la elaboración del presente proyecto.

### **2.5.2 Instrumento de Recolección de datos**

(Schiffman, 2001). Señala que el instrumento es cualquier recurso que se utiliza con el fin de llegar o recolectar información requerida en la investigación, estos instrumentos el tesista tendrá mejor interpretación en relación con el marco teórico. Estos datos obtenidos se relacionan profundamente con las variables planteadas. (pág. 36).

### **2.5.3 Validez**

(Valarino A., 2015), se refiere que la validez debe cumplir con ciertos niveles de seguridad de la información que está en medición y teniendo la técnica de cuantificar el fenómeno que el observador identifico y clásico en grados de veracidad (pág. 227).

En nuestro proyecto la validez constituye la investigación de campo, siendo la parte más importante los estudios topográficos y geotécnicos.

El estudio Topográfico se realiza con el levantamiento topográfico, recolectando datos.

El estudio Geotécnico, se realiza con los diferentes ensayos de laboratorio, siendo las siguientes:

- ✓ Ensayo granulométrico
- ✓ Ensayo de limite líquido
- ✓ Ensayo de limite plástico
- ✓ Ensayo de contenido de humedad
- ✓ Ensayo de gravedad específica
- ✓ Ensayo de densidad aparente

Los Instrumentos serán validados por los profesionales responsables.

#### **2.5.4 Confiabilidad**

(Valarino A., 2015), “La confiabilidad radica fundamentalmente que los instrumentos en obtengan en su comprobación mismo resultados en cada empleo, que el observador realice a la muestra manteniendo los mismos condiciones”. (pag.229).

La confiabilidad para nuestra investigación radica fundamentalmente en nuestro asesor y especialista en la geotecnia, mediante lo cual se confía en los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio.

#### **2.5.5 Método de Análisis de Datos**

En la primera fase ubicaremos el lugar donde se desarrollará la presente investigación, y obtendremos la información mediante la aplicación de la guía de observación y hoja de registro, luego se procesará los datos mediante tablas y cuadros estadístico utilizando el programa de Excel, Autocad, Slide V6.0 y Geo 5. Por este medio de proceso podemos conocer los motivos por los cuales los taludes son inestables en el tramo Canta – Huayllay.

En la segunda fase procesaremos los resultados de los ensayos de suelo, luego procederemos a pre - dimensionar las estructuras de contención para posteriormente realizar verificación de estabilidad, volteo, deslizamiento y presiones debajo de la cimentación.

En la tercera fase determinaremos los costos, mediante los precios vigentes y cantidades que necesarias que se requiere en la construcción de la estructura de contención, esto se realizara manteniendo un procedimiento de elaboración de los metrados, análisis de precios y finalmente su presupuesto que estarán plasmados los costos.

Finalmente, en la cuarta fase realizaremos las comparaciones y evaluación de los resultados de las alternativas de los dos tipos de muros de contención, muro de voladizo de concreto armado y muro a gravedad.

#### **2.5.6 Aspectos Éticos**

Para la elaboración de la presente investigación se ha realizado la búsqueda de información de fuentes fidedignas como las tesis, revistas y otras fuentes de información las cuales serán referenciados con norma.

## **Respeto**

En nuestra investigación resaltamos el valor de respeto, que está en todo el campo de nuestras vidas como en lo laboral y académico. Para esta investigación el respeto a radicado esencialmente en la información veraz y concisa presentada y los profesionales que integraron para tener resultado óptimos y veraces que se entregara finalmente a nuestra institución universitaria.

## **Honestidad:**

Manteniendo los todos valores en la elaboración de la tesis, la honestidad se fundamenta con los datos, ensayos, evaluaciones y resultados veraces y confiables, esto también se refuerza que se contaron con las teorías y argumentos de fuentes veraces.

## **2.6 Ensayos realizados**

### **2.6.1 Excavaciones de calicatas**

Con el objeto de identificar los diferentes estratos de suelo y su composición mediante la obtención de muestras alteradas de su interior, se ejecutaron tres excavaciones manuales a cielo abierto denominado calicatas a los que se les identifico C-1, C-2 y C-3 en un tramo de 80.00 metros donde se proyectara un muro de contención, alcanzando una profundidad máxima de 3,00 m.

Se realiza el registro de la excavación de acuerdo a la norma ASTM D-2488. Describiendo el tipo de material encontrado y el perfil estratigráfico, la descripción comprende: la clasificación técnica, forma del material granular; color; porcentaje estimado de bolonería y presencia de material orgánico; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad.

Se toman muestras disturbadas del sector para la ejecución de los ensayos de laboratorio correspondiente, para lo cual cada muestra es identificada y embalada en bolsas de polietileno para enviarlas al laboratorio.

A continuación, se muestra las imágenes y los cuadros de las calicatas y ensayos realizados:

Figura 19 Extracción de muestras de calicatas para realizar los ensayos.



Figura 20 Vista interior de la calicata C-1



Figura 21 Vista interior de la calicata C-2



Figura 22 Vista interior de la calicata C-3



## 2.6.2 Ensayo de laboratorio

### 2.6.2.1 Ensayo estándar

Con las muestras obtenidas de las excavaciones se realizaron los ensayos estándar de clasificación de suelos y de propiedades físicas que consiste en el análisis granulométrico por tamizado y contenido de humedad, que se ejecutaron siguiendo la norma (ASTM), que contempla los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422)
- Contenido de humedad (ASTM D-2216)
- Límites de Atterberg (ASTM D-4318)
- Clasificación SUCS (ASTM D-2487)

Figura 23 Análisis granulométrico por tamizado M-1

Profundidad (mts.) : 0.40 - 3.00		Coordenadas : E: 323030 N: 8730369		
Partículas >3" (%) :	---	D10 :		
Grava (%) :	69.5	D30 :	4.39	
Arena (%) :	17.9	D60 :	26.15	
Limos y Arcillas (%) :	12.6	Cu :		
		Cc :		
Límites de Atterberg:				
LL (%) :	29.3			
LP (%) :	15.3			
IP (%) :	14.0			
Humedad (%) :	10.4			
Clasificación SUCS :	GC			
Grava arcillosa con arena				
		<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>% Acumulado que pasa</b>
		3"	76.200	100.0
		2"	50.800	84.3
		1 1/2"	38.100	72.6
		1"	25.400	59.0
		3/4"	19.050	51.0
		3/8"	9.525	38.7
		Nº4	4.760	30.5
		Nº10	2.000	25.4
		Nº20	0.840	20.9
		Nº40	0.426	17.8
		Nº60	0.250	16.2
		Nº100	0.149	14.4
		Nº200	0.074	12.6

Figura 24 Análisis granulométrico por tamizado M-2

Profundidad (mts.) : 1.20 - 3.00		Coordenadas : E: 323034 N: 8730335		
Partículas >3" (%) :	---	D10 :		
Grava (%) :	70.9	D30 :	5.15	
Arena (%) :	17.0	D60 :	27.27	
Limos y Arcillas (%) :	12.0	Cu :		
		Cc :		
Límites de Atterberg:				
LL (%) :	31.7			
LP (%) :	17.1			
IP (%) :	14.6			
Humedad (%) :	8.2			
Clasificación SUCS :	GC			
Grava arcillosa con arena				
		<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>% Acumulado que pasa</b>
		3"	76.200	100.0
		2"	50.800	82.9
		1 1/2"	38.100	71.2
		1"	25.400	57.6
		3/4"	19.050	49.6
		3/8"	9.525	37.3
		Nº4	4.760	29.1
		Nº10	2.000	24.3
		Nº20	0.840	20.0
		Nº40	0.426	16.9
		Nº60	0.250	15.5
		Nº100	0.149	13.7
		Nº200	0.074	12.0

Figura 25 Análisis granulométrico por tamizado M-3

<b>Profundidad (mts.)</b> : 0.80 - 3.00		<b>Coordenadas</b> : E: 323031 N: 8730312	
<b>Partículas &gt;3" (%) :</b>	---	<b>D10 :</b>	
<b>Grava (%) :</b>	66.8	<b>D30:</b>	2.79
<b>Arena (%) :</b>	18.5	<b>D60:</b>	23.82
<b>Limos y Arcillas (%) :</b>	14.7	<b>Cu:</b>	
		<b>Cc:</b>	
<b>Límites de Atterberg:</b>			
	<b>LL (%) :</b>	33.3	
	<b>LP (%) :</b>	16.9	
	<b>IP (%) :</b>	16.4	
<b>Humedad (%) :</b>	9.3		
<b>Clasificación SUCS :</b>	GC		
	Grava arcillosa con arena		
		<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>
			<b>% Acumulado que pasa</b>
		3"	76.200
		2"	50.800
		1 1/2"	38.100
		1"	25.400
		3/4"	19.050
		3/8"	9.525
		Nº4	4.760
		Nº10	2.000
		Nº20	0.840
		Nº40	0.426
		Nº60	0.250
		Nº100	0.149
		Nº200	0.074

Figura 26 Realizando ensayos en laboratorio



### 2.6.2.2 Ensayo corte directo

Para estimar los parámetros de resistencia del suelo el coeficiente y ángulo de fricción (c y fi), se realizó los siguientes ensayos:

Ensayos de corte directo remoldeado a la densidad de campo, de muestras alteradas, obtenidas del sector inestable km 1+920 al km 2+000. En el laboratorio se remoldeó la muestra de acuerdo a la densidad obtenida del ensayo de densidad natural.

Los ensayos se ejecutaron bajo las normas de la (ASTM D-3080).

Figura 27 ensayo de densidad de campo Normas ASTM D1556  
(Método del cono de arena)

CALICATA		C - 2			
MUESTRA N°		M - 1			
DENSIDAD		D - 1			
PROFUNDIDAD (mt)		2.50			
CLASIFICACIÓN (SUCS)		GP			
1. Peso del frasco + arena	grs	7943.00			
2. Peso del frasco + arena que queda	grs	1628.00			
3. Peso de arena empleada	(1) - (2) grs	6315.00			
4. Peso de arena en el cono	grs	1237.00			
5. Peso de arena en excavación	(3) - (4) grs	5078.00			
6. Densidad de la arena	gr/cc	1.35			
7. Volumen de material extraído	(5)/(6) cc	3761.48			
8. Peso de la muestra	grs	7567.00			
9. Densidad húmeda	(8) / (7) gr/cc	2.01			
10. Humedad	%	8.16			
11. Densidad seca	(15)/(1+(16/100)) grs/cc	1.86			

CONTENIDO DE HUMEDAD					
TARA N°		67			
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	726.30			
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	683.27			
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	43.03			
4. Peso de recipiente	grs	156.17			
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	527.10			
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	8.2			

Figura 28 resultado del ensayo de corte directo ASTM – D 3080

RESULTADOS	
Ángulo de Fricción Interna :	30.3 Grados
Cohesión :	0.18 kg/cm <sup>2</sup>

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Estudio de suelo

##### 3.1.1 Generalidades

En la presente investigación de tesis **“Análisis Técnico y económico de muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta–Huayllay, Km1+920 al km2+000”** se realizaron trabajos de campo y recolección de datos a través de las excavaciones denominados calicatas, manteniendo las normas se identificaron los estratos y obtuvo muestras para ser analizados en laboratorio.

El sector se puede presenciar falla de media luna en la estructura del pavimento, la cual se refleja con el agrietamiento de la carpeta asfáltica y ruptura del paquete estructural del pavimento, esto producto del deslizamiento progresivo del talud inferior. El deslizamiento es producto de la saturación del material, a consecuencia de las aguas pluviales y a la mala evacuación de las aguas pluviales, el asentamiento diferencial es de gran magnitud, y se da en el posible contacto entre el material de relleno y natural de la plataforma de la estructura del pavimento.

En la evaluación de campos se determinó explorar tres calicatas para la obtención de material a fin de obtener mediante ensayos de laboratorio las características del suelo

Figura 29 vista del Sector de estudio



### 3.1.2 Objetivo del estudio de suelo.

Obtener las características física y mecánicas del suelo, a diferentes profundidades de excavaciones, donde nos permitirá analizar objetivamente las características de la estructura a diseñar, procesos constructivos y establecer los costos del muro y elección del tipo para su implementación entre muro a gravedad y voladizo. Se han realizado tres calicatas en el sector evaluado, obteniendo estratos similares, por lo que se desarrolló el ensayo de corte con el material extraído de la calicata C-2.

Figura 30 Características del estudio de mecánica de suelo

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO		
Composición Granulométrica		C-2
Profundidad		2.5m
Grava	%	70.9
Arena	%	17
Finos	%	12
Plasticidad	%	NP
Humedad Natural	w %	8.2
Densidad Natural	Y (g/cc)	1.86
Densidad Máxima	Ymax (g/cc)	2.01
Densidad Mínima	Ymin (g/cc)	1.35
Clasificación SUCS		GC
Angulo de Fricción Interna (*)		30.3
Cohesión aparente c(kg/cm <sup>2</sup> )		0.18

Fuente: propia

## 3.2 Diseño de muros de contención

Para el diseño de muro se definieron inicialmente las dimensiones según la sección 1.3.5 de la presente tesis; Predimensionamiento de muros del reglamento nacional de edificaciones, y del resultado de laboratorio.

### 3.2.1 Muro Tipo en Voladizo

Según el reglamento nacional de edificaciones, en la (Norma CE.020, 2012), señala los Predimensionamiento para los muros de gravedad y en voladizo. En el presente informe de tesis se tomarán en cuenta los Predimensionamiento de la norma CE.020 para los cálculos iniciales.

### 3.2.1.1 Diseño de muro en Voladizo H=4.00m con el programa GEO 5

#### 3.2.1.1.1 Análisis de muro en voladizo H=4.00m

##### Materiales y estándares

Estructuras de hormigón: ACI 318-19

##### Análisis de muro

Cálculo de la presión activa de la tierra: Coulomb  
Cálculo de la presión pasiva de la tierra: Caquot-Kerisel  
Análisis sísmico: Mononobe-Okabe  
Forma de la cuña de la tierra: Calcular oblicuo  
Clave base: Considerada como fondo de la zapata inclinada  
Excentricidad permitida: 0.333  
Metodología de verificación: según LRFD

##### Material de la estructura

Peso unitario = 2.40 ton/m<sup>2</sup>

Análisis de estructuras de hormigón según los estándares ACI 318-19.

Hormigón: Hormigón ACI

Resistencia a la compresión  $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$

##### Acero longitudinal: A615/60

Fuerza tensora  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

##### Geometría de la estructura

Nro.	Coordenada X [m]	Profundidad Z [m]
1	0.00	-0.30
2	0.00	3.05
3	1.30	3.05
4	1.30	3.55
5	-1.00	3.55
6	-1.00	3.05
7	-0.50	3.05
8	-0.30	-0.30

El origen [0,0] está colocado en el punto superior derecho más alto del muro.

Área de sección del muro = 2.48 m<sup>2</sup>.

**Datos básicos del suelo**

Nro.	Nombre	Trama	$\phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\square_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	suelo		30.30	0.00	18.60	8.60	22.00

Todos los suelos son considerados como granulares para el análisis de la presión en reposo.

**Datos del suelo**

**suelo**

Peso unitario:  $\gamma = 18.60 \text{ kN/m}^3$   
 Estado de tensión: efectivo  
 Ángulo de fricción interna:  $\phi_{ef} = 30.30^\circ$   
 Cohesión de suelo:  $c_{ef} = 0.00 \text{ kPa}$   
 Ángulo de fricción estructura-suelo:  $\delta = 22.00^\circ$   
 Suelo: granular  
 Peso unitario de suelo saturado:  $\gamma_{sat} = 18.60 \text{ kN/m}^3$

**Perfil geológico y suelos asignados**

Nro.	Espesor de capas t [m]	Profundidad z [m]	Suelo asignado	Trama
1	-	0.00 .. ∞	suelo	

**Cimentación**

Tipo de cimentación: suelo desde perfil geológico

**Perfil de terreno**

Detrás de la estructura el terreno es plano.

Profundidad del terreno por debajo de la parte superior del muro  $h = 0.30 \text{ m}$ .

**Influencia del agua**

El nivel freático está ubicado debajo de la estructura.

**Entrada de cargas de superficie**

Nro.	Sobrecarga		Acción	Mag.1	Mag.2	Ord.x x [m]	Longitud l [m]	Profundidad z [m]
	nueva	cambiar		[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]			
1	Si		Permanente	12.00		1.45	10.00	sobre el terreno

Nro.	Nombre
1	carril

### Resistencia en la cara frontal de la estructura

No se considera la resistencia en la cara frontal de la estructura.

#### Sismo

Factor de aceleración horizontal  $K_h = 0.1750$

Factor de aceleración vertical  $K_v = 0.0875$

El agua debajo del NF está confinada.

### Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño: **Resistencia I**

El muro está libre para moverse. Se asume presión activa del terreno.

#### Verificación Nro.1

#### Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	Fhor [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	Fvert [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Coef. vuelco	Coef. deslizam.	Coef. tensión
Peso - Muro	0.00	-1.21	57.12	0.96	0.900	0.900	1.250
Sismo - construcción	10.00	-1.21	-5.00	0.96	1.000	1.000	1.000
Peso - cuña de tierra	0.00	-1.26	27.39	1.43	1.000	1.000	1.350
Sismo - cuña de suelo	4.79	-1.26	-2.40	1.43	1.000	1.000	1.000
Presión activa	36.50	-1.21	50.36	1.80	1.500	1.500	1.500
Sismo - presión activa	16.46	-2.32	20.48	1.44	1.000	1.000	1.000
carril	5.48	-1.20	7.35	1.72	1.500	1.500	1.500

#### Verificación del muro completo

#### Verificación de la estabilidad de vuelco

Momento estabilizador  $M_{res} = 238.24$  kNm/m

Momento de vuelco  $M_{OVR} = 132.55$  kNm/m

#### Muro para vuelco ES SATISFACTORIA

#### Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente  $H_{res} = 104.28$  kN/m

Fuerza horizontal activa  $H_{act} = 94.22$  kN/m

#### Muro para deslizamiento ES SATISFACTORIA

#### Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA

Tensión max. vertical en el fondo de la zapata: 131.11 kPa

### Capacidad portante del terreno de cimentación

Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	73.90	208.02	94.22	0.155	131.11
2	72.78	178.45	94.22	0.178	120.47

Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	66.97	155.30	73.23
2	65.88	149.59	73.23

### Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación

Tensión en el fondo de la zapata: Rectángulo

#### Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal  $e = 0.178$

Máxima excentricidad permitida  $e_{alw} = 0.333$

**Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA**

### Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Max. tensión en el fondo de la zapata = 131.11 kPa

Capacidad portante del terreno de cimentación  $R_d = 419.00$  kPa

**Capacidad portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA**

**Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA**

Situación de diseño: **Extremo I**

El muro está libre para moverse. Se asume presión activa del terreno.

### Verificación Nro.2

#### Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	F <sub>hor</sub> [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Coef. vuelco	Coef. deslizam.	Coef. tensión
Peso - Muro	0.00	-1.21	57.12	0.96	0.900	0.900	1.250
Sismo - construcción	10.00	-1.21	-5.00	0.96	1.000	1.000	1.000
Peso - cuña de tierra	0.00	-1.26	27.39	1.43	1.000	1.000	1.350
Sismo - cuña de suelo	4.79	-1.26	-2.40	1.43	1.000	1.000	1.000
Presión activa	36.50	-1.21	50.36	1.80	1.500	1.500	1.500
Sismo - presión activa	16.46	-2.32	20.48	1.44	1.000	1.000	1.000
carril	5.48	-1.20	7.35	1.72	1.500	1.500	1.500

#### Verificación del muro completo

##### Verificación de la estabilidad de vuelco

Momento estabilizador  $M_{res} = 264.72$  kNm/m

Momento de vuelco  $M_{Ovr} = 132.55$  kNm/m

#### Muro para vuelco **ES SATISFACTORIA**

##### Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente  $H_{res} = 104.28$  kN/m

Fuerza horizontal activa  $H_{act} = 94.22$  kN/m

#### Muro para deslizamiento **ES SATISFACTORIA**

#### Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA

Tensión max. vertical en el fondo de la zapata: 131.11 kPa

## Capacidad portante del terreno de cimentación

### Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	73.90	208.02	94.22	0.155	131.11
2	72.78	178.45	94.22	0.178	120.47

### Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	66.97	155.30	73.23
2	65.88	149.59	73.23

## Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación

Tensión en el fondo de la zapata: Rectángulo

### Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal  $e = 0.178$

Máxima excentricidad permitida  $e_{alw} = 0.333$

**Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA**

## Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Max. tensión en el fondo de la zapata = 131.11 kPa

Capacidad portante del terreno de cimentación  $R_d = 618.00$  kPa

**Capacidad portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA**

**Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA**

## Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño: **Servicio I**

El muro está libre para moverse. Se asume presión activa del terreno.

### Verificación Nro.3

#### Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	Fhor [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	Fvert [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Coef. vuelco	Coef. deslizam.	Coef. tensión
Peso - Muro	0.00	-1.21	57.12	0.96	1.000	1.000	1.000
Sismo - construcción	10.00	-1.21	-5.00	0.96	1.000	1.000	1.000
Peso - cuña de tierra	0.00	-1.26	27.39	1.43	1.000	1.000	1.000
Sismo - cuña de suelo	4.79	-1.26	-2.40	1.43	1.000	1.000	1.000
Presión activa	36.50	-1.21	50.36	1.80	1.000	1.000	1.000
Sismo - presión activa	16.46	-2.32	20.48	1.44	1.000	1.000	1.000
carril	5.48	-1.20	7.35	1.72	1.000	1.000	1.000

#### Verificación del muro completo

##### Verificación de la estabilidad de vuelco

Momento estabilizador  $M_{res} = 218.54$  kNm/m

Momento de vuelco  $M_{OVR} = 107.14$  kNm/m

##### Muro para vuelco **ES SATISFACTORIA**

##### Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente  $H_{res} = 90.75$  kN/m

Fuerza horizontal activa  $H_{act} = 73.23$  kN/m

##### Muro para deslizamiento **ES SATISFACTORIA**

##### Verificación completa - MURO **ES SATISFACTORIA**

Tensión max. vertical en el fondo de la zapata: 108.26 kPa

#### Capacidad portante del terreno de cimentación

#### Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	66.97	155.30	73.23	0.188	108.26

### Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	66.97	155.30	73.23

### Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación

Tensión en el fondo de la zapata: Rectángulo

### Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal  $e = 0.188$

Máxima excentricidad permitida  $e_{alw} = 0.333$

**Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA**

### Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Max. tensión en el fondo de la zapata  $= 108.26 \text{ kPa}$

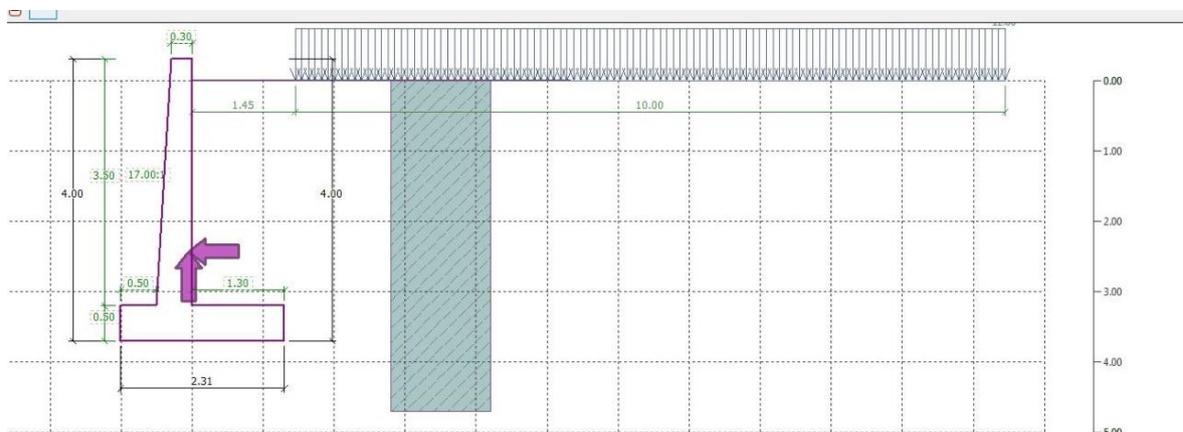
Capacidad portante del terreno de cimentación  $R_d = 206.00 \text{ kPa}$

**Capacidad portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA**

**Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA**

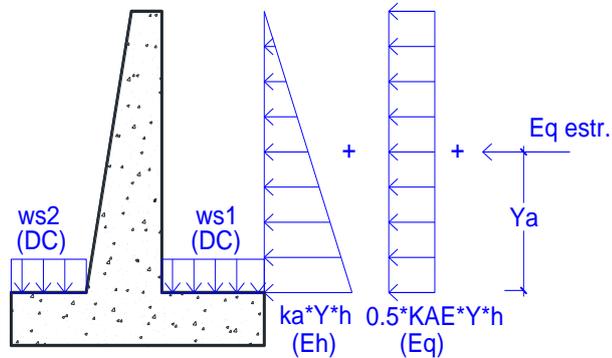
A continuación, se muestra las asignaciones de carga a la que está sometido el muro de contención las cuales son: Cargas de terreno, cargas de carril y sismo.

Figura 31 Características geométricas del muro en voladizo H=4.00 m



### 3.2.1.1.2 Diseño Estructural de Muro de Contención en voladizo

#### 1. Esquema matemático y combinaciones de carga



ws1 =	8.10 ton/m <sup>2</sup>
ws2 =	0.47 ton/m <sup>2</sup>
KaYh =	1.83 ton/m <sup>2</sup>
0.5(KAE)Yh=	1.38 ton/m <sup>2</sup>
Eq estr. =	2.46 ton
Sobr. =	0.35 ton/m <sup>2</sup>
Ya =	1.77 m

#### Combinaciones de carga

Resistencia I	0.9(DC) + 1(EV)
	1.25(DC) + 1.35(EV)
E. Extremo I	0.9(DC+EV) + 1(Eq + Eq estr.)
	1.50(DC+EV) + 1(Eq + Eq estr.)

#### Momentos Actuantes para diseño estructural

M EH=	2.83 ton.m
M sob=	1.63 ton.m
M Sismo =	4.29 ton.m
M estr. =	4.35 ton.m

$$Mu = 15.74 \text{ ton.m}$$

#### Cortante Actuante para diseño estructural

V EH=	2.78 ton
V sob=	1.07 ton
V Sismo =	2.11 ton
V estr. =	2.46 ton

$$Vu = 10.62 \text{ ton}$$

#### 2. Diseño estructural

## A. DISEÑO DE LA PANTALLA

De la envolvente de las combinaciones descritas por AASHTO obtenemos lo siguiente.

Mu = 15.74 ton.m	Vu = 10.62 ton
------------------	----------------

### A.1. Diseño por flexión

f'c =	210 kg/cm <sup>2</sup>
fy =	4200 kg/cm <sup>2</sup>
h =	40.00 cm

Cálculo del área de acero	
$\alpha = \frac{f'c}{1.18fy}$	= 0.0424
Cálculo de cuantía	
$\rho = \frac{As}{b.d} = \alpha - \sqrt{\alpha^2 - \frac{Mu}{\phi.b.d^2} \times \frac{2.\alpha}{fy}}$	= 0.0038
Cálculo de área de acero	
As(-) =	12.82 cm <sup>2</sup>

Cálculo del área de acero mínimo	
Según Art. 5.7.3.3.2 - AASHTO	
Yt =	20.00 cm
Ig =	533333.33 cm <sup>4</sup>
fr =	28.98 kg/cm <sup>2</sup>
Mcr =	8.50 ton.m
Mu min =	11.31 ton.m
As(min) =	9.08 cm <sup>2</sup>

As min = 9.08 cm <sup>2</sup>
-------------------------------

### A.2 Diseño por cortante

Debe cumplirse que el cortante actuante último (Vu) no supere al cortante resistente (Vr), de lo contrario se procede al aumento del peralte.

$$Vu < Vr$$

$$Vu < Vr$$

$$Vr = \phi Vn$$

donde: Vu: Cortante actuante último.

Vr: Cortante resistente.

Vp: Fuerza de pretensado.

$\phi$ : 0.90

Usando varilla 5/8 " se tiene una separación en la base de la pantalla de:

S = 15.45 cm	S min= 21.80 cm
Se usará una separación de :	15.00 cm

$$V_n = (\text{el menor valor de}) \begin{cases} V_{n1} = V_c + V_s + V_p \\ V_{n2} = 0.25 * f'c * b * d + V_p \end{cases}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} * b * d = 26.11 \text{ ton}$$

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{S} = 18.14 \text{ ton}$$

$$V_{n1} = 44.25 \text{ ton}$$

$$V_{n2} = 197.40 \text{ ton}$$

$$V_n = 44.25 \text{ ton}$$

$$V_r = 39.82 \text{ ton}$$

$V_u = 10.62 \text{ ton}$	$<$	$V_r = 39.82 \text{ ton}$
---------------------------	-----	---------------------------

OK

### A.3. Cálculo del acero horizontal (acero por temperatura)

$$A_{s \text{ temp}} = 0.0018 * A_g$$

donde:  $A_g$ : área de la sección

$$A_{s \text{ temp}} = 7.20 \text{ cm}^2$$

Usando varilla 5/8 " se tiene una separación horizontal en la pantalla de:

$S = 55.00 \text{ cm}$	por capa.
------------------------	-----------

Se usará varillas de 1/2"@ 25.00 cm por capa.

#### A.4 Revisión de fisuración por distribución de armadura

##### Esfuerzo máximo de acero

Debe cumplirse que el esfuerzo maximo del acero no sobrepase al esfuerzo bajo las cargas de servicio.

$$f_s < f_{sa}$$

donde:

fs: Esf. Acero bajo cargas de servicio

f<sub>sa</sub>: Esf. Acero máximo

dc: recubrimiento +  $\varnothing/2$

A:  $(2*dc*b)/nv$

Z: grado de exposición del refuerzo

nv: número de varillas

$$f_{sa} = \frac{Z}{(dc * A)^{1/3}} \leq 0.6 * f_y$$

$$f_s = \frac{M_s * C}{I} * n$$

dc =	5.79 cm
A =	1158.75 cm <sup>2</sup>
Z =	30600 kg/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>sa</sub> =</b>	<b>1622 kg/cm<sup>2</sup></b>
M <sub>s</sub> =	0.58 ton.m
n =	9.17
I =	15031.68 cm <sup>4</sup>
<b>f<sub>s</sub> =</b>	<b>921 kg/cm<sup>2</sup></b>

Entonces debe cumplirse:

fs=921 kg/cm <sup>2</sup>	<	f <sub>sa</sub> =1622 kg/cm <sup>2</sup>	No se fisura / OK
---------------------------	---	--	-------------------

#### B. DISEÑO DE LA ZAPATA

##### B.1. Diseño por flexión y cortante

PUNTA (refuerzo inferior)	
Mu =	19.68 ton.m
Vu =	9.56 ton
f'c =	210 kg/cm <sup>2</sup>
fy =	4200 kg/cm <sup>2</sup>
h =	50.00 cm

TALON (refuerzo superior)	
Mu =	13.38 ton.m
Vu =	9.03 ton
f'c =	210 kg/cm <sup>2</sup>
fy =	4200 kg/cm <sup>2</sup>
h =	50.00 cm

##### RESULTADOS

As =	12.23 cm <sup>2</sup>	usar As calculado
As min =	8.93 cm <sup>2</sup>	
Con $\varnothing$ :	3/4 "	
Sep. =	23.30 cm	
Sep. Adopt. =	20.00 cm	
$\varnothing V_c$ =	33.79 ton	cortante OK
As temp. =	7.50 cm	
Con $\varnothing$ :	5/8 "	
Sep. =	52.78 cm	Por capa
Sep. Adopt. =	25.00 cm	Por capa

##### RESULTADOS

As =	8.23 cm <sup>2</sup>	usar Asmin
As min =	8.93 cm <sup>2</sup>	
Con $\varnothing$ :	5/8 "	
Sep. =	22.17 cm	
Sep. Adopt. =	20.00 cm	
$\varnothing V_c$ =	33.79 ton	cortante OK
As temp. =	7.50 cm	
Con $\varnothing$ :	5/8 "	
Sep. =	52.78 cm	Por capa
Sep. Adopt. =	25.00 cm	Por capa

### 3.2.1.2 Diseño de muro en Voladizo H=4.00 m con el programa GEO 5

#### 3.2.1.2.1 Análisis de muro en voladizo H=5.00 m

##### Materiales y estándares

Estructuras de hormigón: ACI 318-19

##### Análisis de muro

Cálculo de la presión activa de la tierra: Coulomb

Cálculo de la presión pasiva de la tierra: Caquot-Kerisel

Análisis sísmico: Mononobe-Okabe

Forma de la cuña de la tierra: Calcular oblicuo

Clave base: Considerada como fondo de la zapata inclinada

Excentricidad permitida: 0.333

Metodología de verificación: según LRFD

##### Material de la estructura

Peso unitario  $\gamma = 2.40 \text{ ton/m}^3$

Análisis de estructuras de hormigón según los estándares ACI 318-19.

##### Hormigón: Hormigón ACI

Resistencia a la compresión  $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$

##### Acero longitudinal: A615/60

Fuerza tensora  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

##### Geometría de la estructura

Nro.	Coordenada X [m]	Profundidad Z [m]
1	0.00	-0.30
2	0.00	4.05
3	1.50	4.05
4	1.50	4.70
5	-1.15	4.70
6	-1.15	4.05
7	-0.65	4.05
8	-0.30	-0.30

El origen [0,0] está colocado en el punto superior derecho más alto del muro.

Área de sección del muro =  $3.78 \text{ m}^2$ .

### Datos básicos del suelo

Nro.	Nombre	Trama	$\Phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	suelo		30.30	0.00	18.60	8.60	22.00

Los suelos para el análisis de la presión en reposo se consideran granulares.

### Datos del suelo

#### suelo

Peso unitario:  $\gamma = 18.60 \text{ kN/m}^3$

Estado de tensión: efectivo

Ángulo de fricción interna:  $\phi_{ef} = 30.30^\circ$

Cohesión de suelo:  $c_{ef} = 0.00 \text{ kPa}$

Ángulo de fricción estructura-suelo:  $\delta = 22.00^\circ$

Suelo: granular

Peso unitario de suelo saturado:  $\gamma_{sat} = 18.60 \text{ kN/m}^3$

### Perfil geológico y suelos asignados

Nro.	Espesor de capas t [m]	Profundidad z [m]	Suelo asignado	Trama
1	-	0.00 .. $\infty$	suelo	

### Cimentación

Tipo de cimentación: suelo desde perfil geológico

### Perfil de terreno

Detrás de la estructura el terreno es plano.

Profundidad del terreno por debajo de la parte superior del muro  $h = 0.30 \text{ m}$ .

### Influencia del agua

El nivel freático está ubicado debajo de la estructura.

## Entrada de cargas de superficie

Nro.	Sobrecarga		Acción	Mag.1	Mag.2	Ord.x	Longitud	Profundidad
	nueva	cambiar		[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	x [m]	l [m]	z [m]
1	Si		Permanente	12.00		1.45	10.00	sobre el terreno

Nro.	Nombre
1	carril

### Resistencia en la cara frontal de la estructura

No se considera la resistencia en la cara frontal de la estructura

#### Sismo

Factor de aceleración horizontal  $K_h = 0.1750$

Factor de aceleración vertical  $K_v = 0.0875$

El agua debajo del NF está confinada.

#### Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño: Resistencia I

El muro está libre para moverse. Se asume presión activa del terreno.

#### Verificación Nro.1

#### Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	$F_{hor}$ [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Coef. vuelco	Coef. deslizam.	Coef. tensión
Peso - Muro	0.00	-1.54	87.01	1.09	0.900	0.900	1.250
Sismo - construcción	15.23	-1.54	-7.61	1.09	1.000	1.000	1.000
Peso - cuña de tierra	0.00	-1.52	36.46	1.65	1.000	1.000	1.350
Sismo - cuña de suelo	6.38	-1.52	-3.19	1.65	1.000	1.000	1.000
Presión activa	63.50	-1.59	84.45	2.04	1.500	1.500	1.500
Sismo - presión activa	28.26	-3.06	30.54	1.63	1.000	1.000	1.000
carril	8.59	-1.93	9.51	1.90	1.500	1.500	1.500

### Verificación del muro completo

#### Verificación de la estabilidad de vuelco

Momento estabilizador  $M_{res} = 420.57$  kNm/m

Momento de vuelco  $M_{ovt} = 296.00$  kNm/m

**Muro para vuelco ES SATISFACTORIA**

#### Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente  $H_{res} = 160.95$  kN/m

Fuerza horizontal activa  $H_{act} = 158.01$  kN/m

**Muro para deslizamiento ES SATISFACTORIA**

**Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA**

Tensión máx. vertical en el fondo de la zapata: 225.01 kPa

### Capacidad portante del terreno de cimentación

#### Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	196.27	318.65	158.01	0.233	225.01
2	193.37	275.43	158.01	0.265	221.43

#### Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	169.55	237.16	121.96
2	167.54	228.46	121.96

### Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación

Tensión en el fondo de la zapata: Rectángulo

#### Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal  $e = 0.265$

Máxima excentricidad permitida  $e_{alw} = 0.333$

#### Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA

#### Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Max. tensión en el fondo de la zapata  $\sigma = 225.01$  kPa

Capacidad portante del terreno de cimentación  $R_d = 419.00$  kPa

#### Capacidad portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA

#### Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA

## Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño: **Extremo I**

El muro esta con libertad para moverse. asumimos presión activa del suelo

### Verificación Nro.2

#### Fuerzas Actuantes sobre el muro

Nombre	F <sub>hor</sub> [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Coef. vuelco	Coef. deslizam.	Coef. tensión
Peso - Muro	0.00	-1.54	87.01	1.09	0.900	0.900	1.250
Sismo - construcción	15.23	-1.54	-7.61	1.09	1.000	1.000	1.000
Peso - cuña de tierra	0.00	-1.52	36.46	1.65	1.000	1.000	1.350
Sismo - cuña de suelo	6.38	-1.52	-3.19	1.65	1.000	1.000	1.000
Presión activa	63.50	-1.59	84.45	2.04	1.500	1.500	1.500
Sismo - presión activa	28.26	-3.06	30.54	1.63	1.000	1.000	1.000
carril	8.59	-1.93	9.51	1.90	1.500	1.500	1.500

#### Verificación del muro completo

##### Verificación de estabilidad al volcamiento del muro

Momento estabilizador  $M_{res} = 467.30$  kNm/m

Momento de volcamiento  $M_{OVR} = 296.00$  kNm/m

**Muros al volcamiento ES SATISFACTORIA**

##### Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente  $H_{res} = 160.95$  kN/m

Fuerza horizontal activa  $H_{act} = 158.01$  kN/m

**Muros al deslizamiento ES SATISFACTORIA**

##### Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA

Tensión max. vertical en el fondo de la zapata: 225.01 kPa

### Capacidad portante del suelo de fundación

#### Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	196.27	318.65	158.01	0.233	225.01
2	193.37	275.43	158.01	0.265	221.43

#### Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	169.55	237.16	121.96
2	167.54	228.46	121.96

### Verificación de la Capacidad portante del suelo de fundación

Tensión en el fondo de la zapata: Rectángulo

#### Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal  $e = 0.265$

Máxima excentricidad permitida  $e_{alw} = 0.333$

**Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA**

#### Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Max. Tensión en el fondo de la zapata  $\sigma = 225.01$  kPa

Capacidad portante del suelo de fundación  $R_d = 644.00$  kPa

**Capacidad portante del suelo de fundación ES SATISFACTORIA**

**Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA**

## Configuraciones de la etapa de construcción

Situacional de diseño : **Servicio I**

El muro esta con libertad para moverse. asumimos presión activa del suelo

### Verificación Nro.3

#### Fuerzas Actuantes sobre el muro

Nombre	Fhor [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	Fvert [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Coef. vuelco	Coef. deslizam.	Coef. tensión
Peso - Muro	0.00	-1.54	87.01	1.09	1.000	1.000	1.000
Sismo - construcción	15.23	-1.54	-7.61	1.09	1.000	1.000	1.000
Peso - cuña de tierra	0.00	-1.52	36.46	1.65	1.000	1.000	1.000
Sismo - cuña de suelo	6.38	-1.52	-3.19	1.65	1.000	1.000	1.000
Presión activa	63.50	-1.59	84.45	2.04	1.000	1.000	1.000
Sismo - presión activa	28.26	-3.06	30.54	1.63	1.000	1.000	1.000
carril	8.59	-1.93	9.51	1.90	1.000	1.000	1.000

#### Verificación del muro completo

##### Verificación de estabilidad al volcamiento del muro

Momento estabilizante  $M_{RES} = 381.71$  kNm/m

Momento de volcamiento  $M_{OVR} = 237.26$  kNm/m

#### Muros al volcamiento **ES SATISFACTORIA**

##### Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente  $H_{RES} = 138.58$  kN/m

Fuerza horizontal activa  $H_{ACT} = 121.96$  kN/m

#### Muros al deslizamiento **ES SATISFACTORIA**

#### Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA

Tensión max. vertical en el fondo de la zapata: 194.68 kPa

### Capacidad portante del suelo de fundación

Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	169.55	237.16	121.96	0.270	194.68

Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	169.55	237.16	121.96

### Verificación de la Capacidad portante del suelo de fundación

Tensión en el fondo de la zapata: Rectángulo

#### Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal  $e = 0.270$

Máxima excentricidad permitida  $e_{alw} = 0.333$

**Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA**

#### Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Max. Tensión en el fondo de la zapata  $\sigma = 194.68 \text{ kPa}$

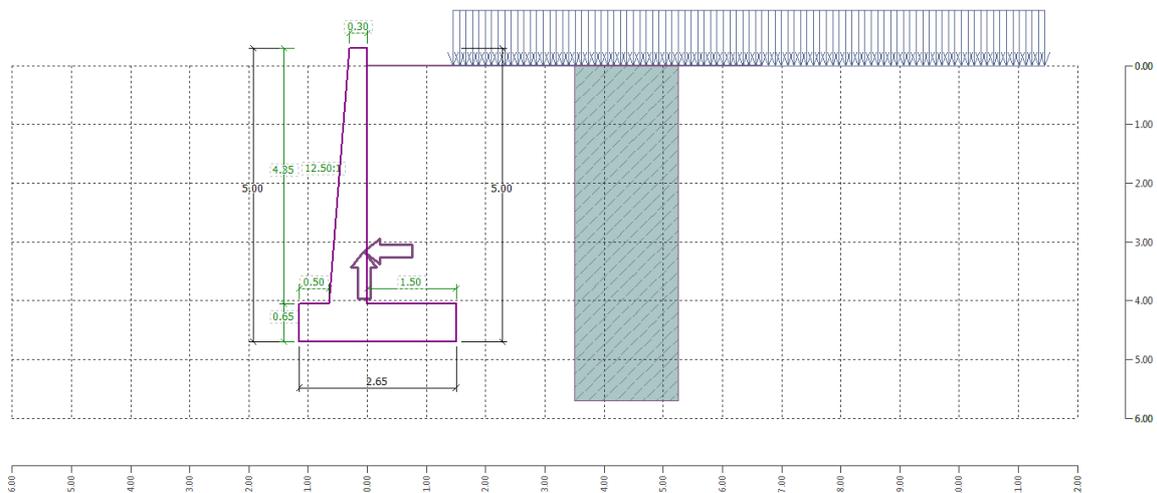
Capacidad portante del suelo de fundación  $R_d = 215.00 \text{ kPa}$

**Capacidad portante del suelo de fundación ES SATISFACTORIA**

**Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA**

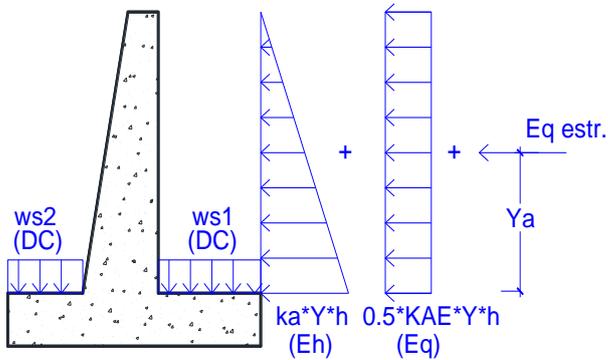
A continuación, se muestra las asignaciones de carga a la que está sometido el muro de contención las cuales son: Cargas de terreno, cargas de carril y sismo.

Figura 32 Características geométricas del muro en voladizo H=5.00 m



### 3.2.1.2.2 Diseño Estructural de Muro de Contención

#### 1) Esquema matemático y combinaciones de carga



$ws1 =$	20.23 ton/m <sup>2</sup>
$ws2 =$	0.60 ton/m <sup>2</sup>
$KaYh =$	2.37 ton/m <sup>2</sup>
$0.5(KAE)Yh =$	1.80 ton/m <sup>2</sup>
$Eq$ estr. =	5.40 ton
Sobr. =	0.35 ton/m <sup>2</sup>
$Ya =$	2.32 m

#### Combinaciones de carga

Resistencia I	$0.9(DC) + 1(EV)$
	$1.25(DC) + 1.35(EV)$
E. Extremo I	$0.9(DC+EV) + 1(Eq + Eq$ estr.)
	$1.50(DC+EV) + 1(Eq + Eq$ estr.)

#### Momentos Actuantes para diseño estructural

$M$ EH=	6.48 ton.m
$M$ sob=	2.88 ton.m
$M$ Sismo =	9.81 ton.m
$M$ estr. =	12.54 ton.m

$$Mu = 37.12 \text{ ton.m}$$

#### Cortante Actuante para diseño estructural

$V$ EH=	4.80 ton
$V$ sob=	1.42 ton
$V$ Sismo =	3.64 ton
$V$ estr. =	5.40 ton

$$Vu = 18.73 \text{ ton}$$

## 2) Diseño estructural

### A DISEÑO DE LA PANTALLA

De la envolvente de las combinaciones descritas por AASHTO obtenemos lo siguiente.

Mu = 37.12 ton.m	Vu = 18.73 ton
------------------	----------------

#### A.1. Diseño por flexión

f <sub>c</sub> =	210 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> =	4200 kg/cm <sup>2</sup>
h =	47.50 cm

Cálculo del área de acero	
$\alpha = \frac{f'c}{1.18fy}$	= 0.0424
Cálculo de cuantía	
$\rho = \frac{As}{b.d} = \alpha - \sqrt{\alpha^2 - \frac{Mu}{\phi.b.d^2} \times \frac{2.\alpha}{fy}}$	= 0.0061
Cálculo de área de acero	
As(-) =	25.52 cm <sup>2</sup>

Cálculo del área de acero mínimo	
Según Art. 5.7.3.3.2 - AASHTO	
Y <sub>t</sub> =	23.75 cm
I <sub>g</sub> =	893098.96 cm <sup>4</sup>
f <sub>r</sub> =	28.98 kg/cm <sup>2</sup>
M <sub>cr</sub> =	11.99 ton.m
Mu min =	15.94 ton.m
As(min) =	10.48 cm <sup>2</sup>

As min = 10.48 cm <sup>2</sup>
--------------------------------

Usando varilla 3/4 " se tiene una separación en la base de la pantalla de:

S = 11.17 cm	S min = 27.20 cm
--------------	------------------

Se usará una separación de : 10.00 cm

### A. DISEÑO DE LA PANTALLA

De la envolvente de las combinaciones descritas por AASHTO obtenemos lo siguiente.

$M_u = 15.74 \text{ ton.m}$	$V_u = 10.62 \text{ ton}$
-----------------------------	---------------------------

#### A.1. Diseño por flexión

$f'_c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>
$h =$	40.00 cm

$$V_n = (\text{el menor valor de}) \begin{cases} V_{n1} = V_c + V_s + V_p \\ V_{n2} = 0.25 * f'_c * b * d + V_p \end{cases}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} * b * d = 31.87 \text{ ton}$$

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{S} = 22.14 \text{ ton}$$

$$V_{n1} = 54.01 \text{ ton}$$

$$V_{n2} = 234.41 \text{ ton}$$

$$V_n = 54.01 \text{ ton}$$

$$V_r = 48.61 \text{ ton}$$

$V_u = 18.73 \text{ ton}$	<	$V_r = 48.61 \text{ ton}$
---------------------------	---	---------------------------

OK

#### A.3. Cálculo del acero horizontal (acero por temperatura)

$$A_{s \text{ temp}} = 0.0018 * A_g$$

donde:  $A_g$ : área de la sección

$$A_{s \text{ temp}} = 8.55 \text{ cm}^2$$

Usando varilla 5/8 " se tiene una separación horizontal en la pantalla de:

$S = 46.32 \text{ cm}$
------------------------

 por capa.

Se usará varillas de 5/8" @ 25.00 cm por capa.

#### A.4 Revisión de fisuración por distribución de armadura

##### Esfuerzo máximo de acero

Debe cumplirse que el esfuerzo máximo del acero no sobrepase al esfuerzo bajo las cargas de servicio.

$$f_s < f_{sa}$$

donde:

$f_s$ : Esf. Acero bajo cargas de servicio

$f_{sa}$ : Esf. Acero máximo

$d_c$ : recubrimiento +  $\phi/2$

$A$ :  $(2 * d_c * b) / n_v$

$Z$ : grado de exposición del refuerzo

$n_v$ : número de varillas

$$f_{sa} = \frac{Z}{(d_c * A)^{1/3}} \leq 0.6 * f_y$$

$$f_s = \frac{M_s * C}{I} * n$$

dc =	5.79 cm
A =	1158.75 cm <sup>2</sup>
Z =	30600 kg/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>sa</sub> =</b>	<b>1622 kg/cm<sup>2</sup></b>
M <sub>s</sub> =	0.87 ton.m
n =	9.17
I =	28562.70 cm <sup>4</sup>
<b>f<sub>s</sub> =</b>	<b>818 kg/cm<sup>2</sup></b>

Entonces debe cumplirse:

f <sub>s</sub> =818 kg/cm <sup>2</sup>	<	f <sub>sa</sub> =1622 kg/cm <sup>2</sup>	No se fisura / OK
--	---	--	-------------------

## B. DISEÑO DE LA ZAPATA

### B.1. Diseño por flexión y cortante

PUNTA (refuerzo inferior)	
Mu =	46.40 ton.m
Vu =	16.86 ton
f'c =	210 kg/cm <sup>2</sup>
fy =	4200 kg/cm <sup>2</sup>
h =	65.00 cm

TALON (refuerzo superior)	
Mu =	31.55 ton.m
Vu =	15.92 ton
f'c =	210 kg/cm <sup>2</sup>
fy =	4200 kg/cm <sup>2</sup>
h =	65.00 cm

RESULTADOS		
As =	21.75 cm <sup>2</sup>	usar As calculado
As min =	11.23 cm <sup>2</sup>	calculado
Con Ø :	3/4 "	
Sep. =	13.10 cm	
Sep. Adopt. =	15.00 cm	
ØVc=	45.31 ton	cortante OK
As temp.=	9.75 cm	
Con Ø :	5/8 "	
Sep. =	40.60 cm	Por capa
Sep. Adopt. =	25.00 cm	Por capa

RESULTADOS		
As =	14.57 cm <sup>2</sup>	usar As calculado
As min =	11.23 cm <sup>2</sup>	calculado
Con Ø :	5/8 "	
Sep. =	13.58 cm	
Sep. Adopt. =	15.00 cm	
ØVc=	45.31 ton	cortante OK
As temp.=	9.75 cm	
Con Ø :	5/8 "	
Sep. =	40.60 cm	Por capa
Sep. Adopt. =	25.00 cm	Por capa

### 3.2.2 Muro Tipo en Gravedad

Según el reglamento nacional de edificaciones, en la (Norma CE.020, 2012), señala los Predimensionamiento para los muros de gravedad y en voladizo. En el presente informe de tesis se tomarán en cuenta los Predimensionamiento de la norma CE.020 para los cálculos iniciales

#### 3.2.2.1 Diseño de muro de Gravedad H=4.00 m con el programa GEO 5

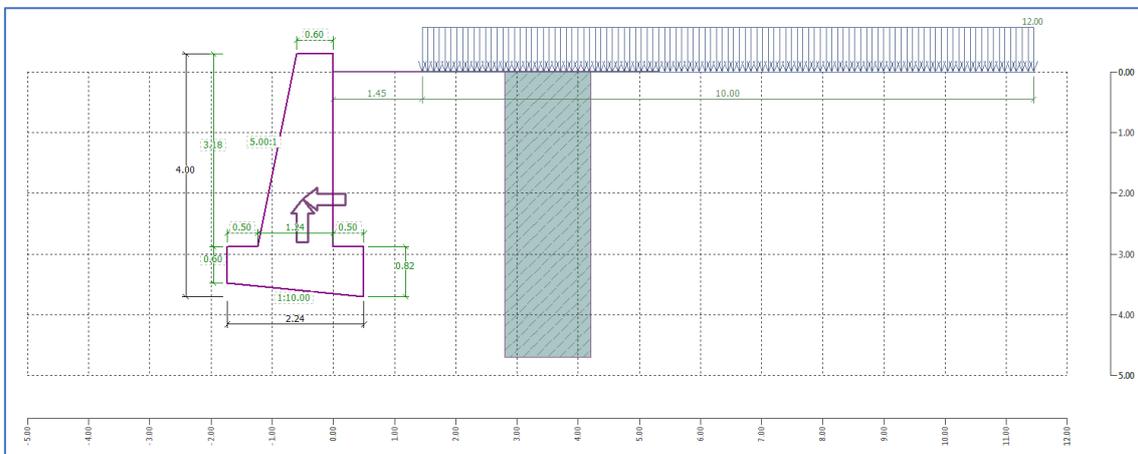
##### 3.2.2.1.1 Diseño por estabilidad local

El diseño por estabilidad local comprende a las verificaciones del muro de contención por deslizamiento, volteo y capacidad portante, para los eventos de Servicio, Resistencia y evento Extremo como lo estipula el método LRFD.

##### 1) Modelo visual de muro

A Continuación, Se Muestra Las Asignaciones De Carga A La Que Está Sometido El Muro De Suelo Reforzado Las Cuales Son: Cargas De Terreno, Cargas De Carril Y Sismo.

Figura 33 Características geométricas del muro de gravedad H=4.00 m



## 2) Parámetro de suelo

Editar parámetros de suelo

— Identificación —

Nombre:

— Datos Básicos — ?

Peso unitario:  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>]

Estado de tensión:

Ángulo de fricción interna:  $\phi_{ef} =$   [°]

Cohesión de suelo:  $c_{ef} =$   [kPa]

Ángulo de fricción estructura-suelo:  $\delta =$   [°]

— Presión en reposo — ?

Suelo:

— Subpresión — ?

Modo de cálculo de subpresión:

Peso unitario de suelo saturado:  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

— Dibujar —

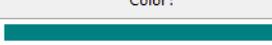
Categoría de patrón:

Buscar:

Subcategoría:

Patrón: 

1 Limo

Color: 

Fondo:

Saturación <10 - 90>:  [%]

Clasificar Limpiar

## 3) Cargas Asignadas

Editar sobrecarga

Nombre:

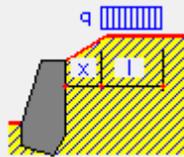
Tipo:

Tipo de acción:

Ubicación:

Origen:  $x =$   [m]

Longitud:  $l =$   [m]



— Magnitud de la sobrecarga —

Magnitud:  $q =$   [kN/m<sup>2</sup>]

Analizar sismo

Factor de aceleración horizontal :  $K_h =$   [-]

Factor de aceleración vertical :  $K_v =$   [-]

Introducir el punto de aplicación de presión

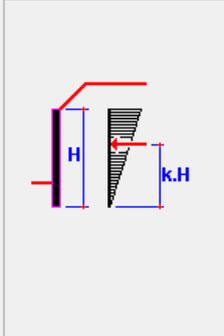
Coef. para calcular el punto de aplicación :  $k.H =$   [-]

Influencia del agua

Agua confinada

Agua libre

Gravedad específica de las partículas del suelo:  $G_s =$   [-]



#### 4) Verificación de Equilibrio

##### 1.1) Resistencia I

##### Fuerzas Actuantes sobre el muro

Nombre	Fhor [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	Fvert [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Coef. vuelco	Coef. deslizam.	Coef. tensión
Peso - Muro	0.00	-1.38	103.75	1.23	0.900	0.900	1.250
Sismo - construcción	18.16	-1.38	-9.08	1.23	1.000	1.000	1.000
Peso - cuña de tierra	0.00	-0.89	4.05	1.90	1.000	1.000	1.350
Sismo - cuña de suelo	0.71	-0.89	-0.35	1.90	1.000	1.000	1.000
Presión activa	36.95	-1.01	32.39	2.01	1.500	1.500	1.500
Sismo - presión activa	16.64	-2.21	10.83	1.86	1.000	1.000	1.000
carril	8.09	-1.24	5.29	1.96	1.500	1.500	1.500

##### Verificación completa del muro

##### Verificación de estabilidad al volcamiento del muro

Momento estabilizante  $M_{res} = 219.52$  kNm/m

Momento de volcamiento  $M_{OVR} = 110.25$  kNm/m

**Muros al volcamiento ES SATISFACTORIA**

##### Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente  $H_{res} = 96.31$  kN/m

Fuerza horizontal activa  $H_{act} = 75.36$  kN/m

**Muros al deslizamiento ES SATISFACTORIA**

## 1.2) Extremo

### Fuerzas Actuantes sobre el muro

Nombre	F <sub>hor</sub> [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Coef. vuelco	Coef. deslizam.	Coef. tensión
Peso - Muro	0.00	-1.38	103.75	1.23	0.900	0.900	1.250
Sismo - construcción	18.16	-1.38	-9.08	1.23	1.000	1.000	1.000
Peso - cuña de tierra	0.00	-0.89	4.05	1.90	1.000	1.000	1.350
Sismo - cuña de suelo	0.71	-0.89	-0.35	1.90	1.000	1.000	1.000
Presión activa	36.95	-1.01	32.39	2.01	1.500	1.500	1.500
Sismo - presión activa	16.64	-2.21	10.83	1.86	1.000	1.000	1.000
carril	8.09	-1.24	5.29	1.96	1.500	1.500	1.500

### Verificación completa del muro

#### Verificación de estabilidad al volcamiento del muro

Momento estabilizante  $M_{res} = 219.52$  kNm/m

Momento de volcamiento  $M_{OVR} = 133.69$  kNm/m

Muros al volcamiento **ES SATISFACTORIA**

#### Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente  $H_{res} = 96.31$  kN/m

Fuerza horizontal activa  $H_{act} = 87.10$  kN/m

Muros al deslizamiento **ES SATISFACTORIA**

## 5) Verificación de Capacidad portante

### 5.1) Resistencia I

#### Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	69.79	202.36	82.42	0.154	129.94
2	74.96	164.82	86.16	0.203	123.22

**Carga de servicio actuando en el centro del fond0 de la zapata**

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	64.21	154.16	64.81
2	65.37	143.83	65.84

**Verificación de la Capacidad portante del suelo de fundación**

Tensión en el fond0 de la zapata: Rectángulo

**Verificación de excentricidad**Máx. excentricidad de fuerza normal  $e = 0.203$ Máxima excentricidad permitida  $e_{alw} = 0.333$ **Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA****Verificación de la capacidad portante del fond0 de la zapata**Capacidad portante del suelo de fundación  $R = 402.00 \text{ kPa}$ Factor parcial en capacidad portante  $\gamma_{Rv} = 0.65$ Max. Tensión en el fond0 de la zapata  $\sigma = 129.94 \text{ kPa}$ Capacidad portante del suelo de fundación  $R_d = 261.30 \text{ kPa}$ **Capacidad portante del suelo de fundación ES SATISFACTORIA****5.2) Extremo****Carga de diseño actuando en el centro del fond0 de la zapata**

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	69.79	202.36	82.42	0.154	129.94
2	74.96	164.82	86.16	0.203	123.22

**Carga de servicio actuando en el centro del fond0 de la zapata**

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	64.21	154.16	64.81
2	65.37	143.83	65.84

**Verificación de la Capacidad portante del suelo de fundación**

Tensión en el fond0 de la zapata: Rectángulo

**⊕ Verificación de excentricidad**Máx. excentricidad de fuerza normal  $e = 0.203$  |

Máxima excentricidad permitida  $e_{alw} = 0.333$

Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA

#### Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Capacidad portante del suelo de fundación  $R = 618.00 \text{ kPa}$

Factor parcial en capacidad portante  $\gamma_{Rv} = 0.80$

Max. Tensión en el fondo de la zapata  $\sigma = 129.94 \text{ kPa}$

Capacidad portante del suelo de fundación  $R_d = 494.40 \text{ kPa}$

Capacidad portante del suelo de fundación ES SATISFACTORIA

### 5.3) Servicio

#### Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	64.21	154.16	64.81	0.186	109.02

#### Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	64.21	154.16	64.81

#### Verificación de la Capacidad portante del suelo de fundación

Tensión en el fondo de la zapata: Rectángulo

#### Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal  $e = 0.186$

Máxima excentricidad permitida  $e_{alw} = 0.333$

Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA

#### Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Max. Tensión en el fondo de la zapata  $\sigma = 109.02 \text{ kPa}$

Capacidad portante del suelo de fundación  $R_d = 206.00 \text{ kPa}$

Capacidad portante del suelo de fundación ES SATISFACTORIA

### 3.2.2.2 Diseño de muro de Gravedad H=5.00 m con el programa GEO 5

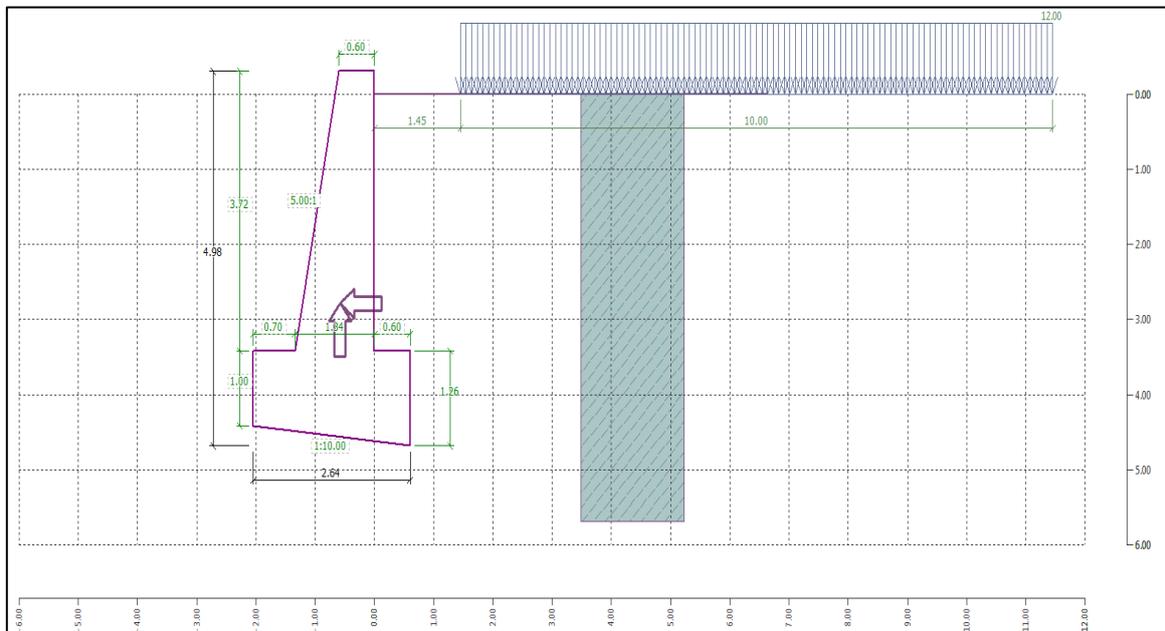
#### 3.2.2.2.1 Diseño por estabilidad local

El diseño por estabilidad local comprende a las verificaciones del muro de contención por deslizamiento, volteo y capacidad portante, para los eventos de Servicio, Resistencia y evento Extremo como lo estipula el método LRFD.

##### 1) Modelo visual de muro

A continuación, se muestra las asignaciones de carga a la que está sometido el muro las cuales son: Cargas de terreno, cargas de carril y sismo.

Figura 34 Características geométricas del muro de gravedad H=5.00 m



## 2) Parámetro de suelo

Editar parámetros de suelo

— Identificación —  
Nombre:

— Datos Básicos — ?  
Peso unitario:  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>]  
Estado de tensión:   
Ángulo de fricción interna:  $\phi_{ef} =$   [°]  
Cohesión de suelo:  $c_{ef} =$   [kPa]  
Ángulo de fricción estructura-suelo:  $\delta =$   [°]

— Presión en reposo — ?  
Suelo:

— Subpresión — ?  
Modo de cálculo de subpresión:   
Peso unitario de suelo saturado:  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

— Dibujar —  
Categoría de patrón:   
Buscar:   
Subcategoría:   
Patrón:   
Color:   
Fondo:   
Saturación <10 - 90>:  [%]

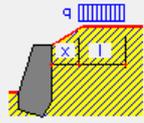
## 3) Cargas asignadas

Editar sobrecarga

Nombre:

Tipo:   
Tipo de acción:   
Ubicación:

Origen:  $x =$   [m]  
Longitud:  $l =$   [m]



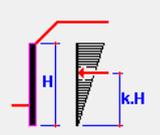
— Magnitud de la sobrecarga —  
Magnitud:  $q =$   [kN/m<sup>2</sup>]

Analizar sísmo

Factor de aceleración horizontal:  $K_h =$   [-]  
Factor de aceleración vertical:  $K_v =$   [-]

Introducir el punto de aplicación de presión  
Coef. para calcular el punto de aplicación:  $k.H =$   [-]

— Influencia del agua —  
 Agua confinada  
 Agua libre  
Gravedad específica de las partículas del suelo:  $G_s =$   [-]



#### 4) Verificación de Equilibrio

##### 4.1) Resistencia I

###### Fuerzas Actuantes sobre el muro

Nombre	F <sub>hor</sub> [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Coef. vuelco	Coef. deslizam.	Coef. tensión
Peso - Muro	0.00	-1.63	152.02	1.46	0.900	0.900	1.250
Sismo - construcción	26.60	-1.63	-13.30	1.46	1.000	1.000	1.000
Peso - cuña de tierra	0.00	-1.35	5.83	2.24	1.000	1.000	1.350
Sismo - cuña de suelo	1.02	-1.35	-0.51	2.24	1.000	1.000	1.000
Presión activa	58.70	-1.31	48.55	2.39	1.500	1.500	1.500
Sismo - presión activa	26.68	-2.82	17.76	2.21	1.000	1.000	1.000
carril	10.99	-1.69	6.85	2.33	1.500	1.500	0.750

###### Verificación completa del muro

###### Verificación de estabilidad al volcamiento del muro

Momento estabilizante  $M_{res} = 386.34$  kNm/m

Momento de volcamiento  $M_{Ovr} = 263.02$  kNm/m

Muros al volcamiento **ES SATISFACTORIA**

###### Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente  $H_{res} = 142.79$  kN/m

Fuerza horizontal activa  $H_{act} = 125.36$  kN/m

Muros al deslizamiento **ES SATISFACTORIA**

Verificación completa - **MURO ES SATISFACTORIA**

##### 4.2) Extremo

###### Fuerzas Actuantes sobre el muro

Nombre	F <sub>hor</sub> [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Coef. vuelco	Coef. deslizam.	Coef. tensión
Peso - Muro	0.00	-1.63	152.02	1.46	0.900	0.900	1.250
Sismo - construcción	26.60	-1.63	-13.30	1.46	1.000	1.000	1.000
Peso - cuña de tierra	0.00	-1.35	5.83	2.24	1.000	1.000	1.350
Sismo - cuña de suelo	1.02	-1.35	-0.51	2.24	1.000	1.000	1.000
Presión activa	58.70	-1.31	48.55	2.39	1.500	1.500	1.500
Sismo - presión activa	26.68	-2.82	17.76	2.21	1.000	1.000	1.000
carril	10.99	-1.69	6.85	2.33	1.500	1.500	0.750

## Verificación completa del muro

### Verificación de estabilidad al volcamiento del muro

$$\text{Momento estabilizante } M_{\text{res}} = 429.27 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Momento de volcamiento } M_{\text{OVR}} = 263.02 \text{ kNm/m}$$

Muros al volcamiento **ES SATISFACTORIA**

### Verificación del deslizamiento

$$\text{Fuerza horizontal resistente } H_{\text{res}} = 142.79 \text{ kN/m}$$

$$\text{Fuerza horizontal activa } H_{\text{act}} = 135.20 \text{ kN/m}$$

Muros al deslizamiento **ES SATISFACTORIA**

Verificación completa - **MURO ES SATISFACTORIA**

## 5) Verificación de Capacidad portante

### 5.1) Resistencia I

#### Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	139.22	293.41	120.66	0.179	171.77
2	158.41	244.36	133.74	0.245	179.59

#### Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	129.95	226.48	98.11
2	135.36	213.33	102.15

#### Verificación de la Capacidad portante del suelo de fundación

Tensión en el fondo de la zapata: Rectángulo

#### Verificación de excentricidad

$$\text{Máx. excentricidad de fuerza normal } e = 0.245$$

$$\text{Máxima excentricidad permitida } e_{alw} = 0.333$$

Excentricidad de la fuerza normal **ES SATISFACTORIA**

#### Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

$$\text{Capacidad portante del suelo de fundación } R = 419.00 \text{ kPa}$$

$$\text{Factor parcial en capacidad portante } \gamma_{Rv} = 0.65$$

$$\text{Max. Tensión en el fondo de la zapata } \sigma = 179.59 \text{ kPa}$$

Capacidad portante del suelo de fundación  $R_d = 272.35$  kPa

Capacidad portante del suelo de fundación **ES SATISFACTORIA**

## 5.2) Extremo

### Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	139.22	293.41	120.66	0.179	171.77
2	158.41	244.36	133.74	0.245	179.59

### Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	129.95	226.48	98.11
2	135.36	213.33	102.15

### Verificación de la Capacidad portante del suelo de fundación

Tensión en el fondo de la zapata: Rectángulo

### Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal  $e = 0.245$

Máxima excentricidad permitida  $e_{alw} = 0.333$

Excentricidad de la fuerza normal **ES SATISFACTORIA**

### Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Capacidad portante del suelo de fundación  $R = 644.00$  kPa

Factor parcial en capacidad portante  $\gamma_{Rv} = 0.80$

Max. Tensión en el fondo de la zapata  $\sigma = 179.59$  kPa

Capacidad portante del suelo de fundación  $R_d = 515.20$  kPa

Capacidad portante del suelo de fundación **ES SATISFACTORIA**

## 5.3) Servicio

### Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	133.24	228.46	100.65	0.221	153.25

### Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	133.24	228.46	100.65

### Verificación de la Capacidad portante del suelo de fundación

Tensión en el fondo de la zapata: Rectángulo

#### Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal  $e = 0.221$

Máxima excentricidad permitida  $e_{alw} = 0.333$

Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA

#### Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Max. Tensión en el fondo de la zapata  $\sigma = 153.25$  kPa

Capacidad portante del suelo de fundación  $R_d = 215.00$  kPa

Capacidad portante del suelo de fundación ES SATISFACTORIA

### 3.2.3 Estabilidad Global de taludes con muro de contención

El sector inestable del km 1+920 al km 2+000 de la carretera Canta Huayllay, la inestabilidad de este sector fue provocada por el proceso geodinámico de deslizamiento de talud inferior, asentamiento de la plataforma, estos generados por la saturación de material y la erosión causada por la precipitación de lluvias y aguas de escorrentía por lo que se proyecta la obra de remediación.

En los cálculos para condiciones de análisis pseudoestáticas se tomó el coeficiente sísmico de 0.35 g según la norma E0.50 para la zona 3, siendo este coeficiente la aceleración máximo horizontal la zona. Para nuestra investigación de tesis y el diseño de muros de contención se ha considerado el cincuenta por ciento.

Los análisis de estabilidad a través de los muros de se ha realizado de acuerdo a la Norma AASTHO 2010 para verificar la estabilidad de manera global a través del programa Slide.

Tabla 5 Resultado de factores de seguridad en condiciones estáticas y Pseudoestáticas

TIPO DE MURO	FACTOR DE SEGURIDAD	
	Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
Muro en voladizo	2.595	1.752
Muro de gravedad	2.777	1.883

Fuente: propio

De los resultados indicados en la tabla 5 se determina que los factores de seguridad en la estabilización Global de taludes con muros de contención de tipo tanto en voladizo como de gravedad cumplen con el mínimo establecido en la norma CE.0.20 de 1.5.

### 3.2.3.1 Análisis de estabilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas con muros en voladizo

Figura 35 Análisis de estabilidad global, en condiciones estáticas con muro voladizo

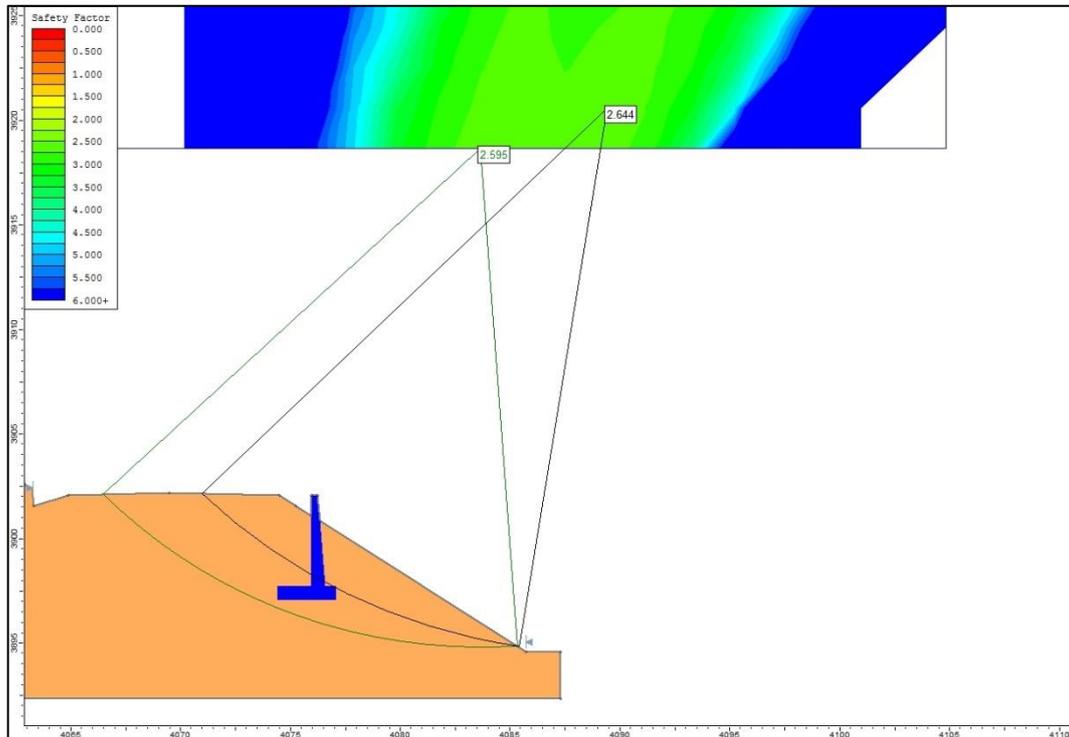
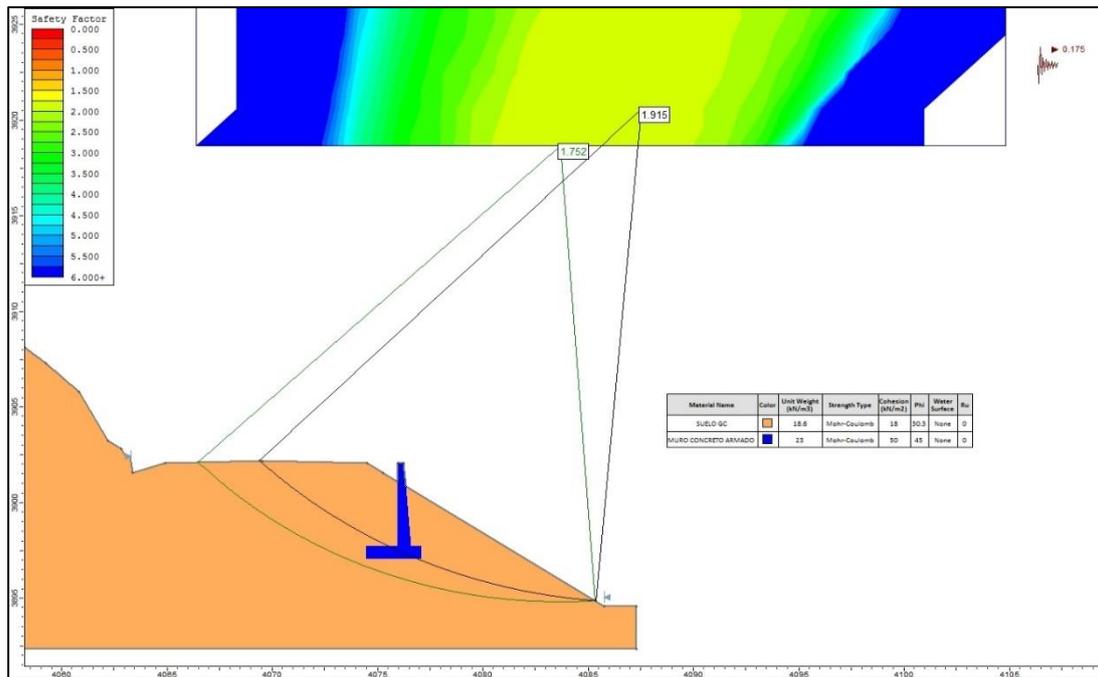


Figura 36 Análisis de estabilidad global, en condiciones pseudoestáticas con muro en voladizo



### 3.2.3.2 Análisis de estabilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas con muros a gravedad

Figura 37 Análisis de estabilidad global, en condiciones estáticas con muro a gravedad

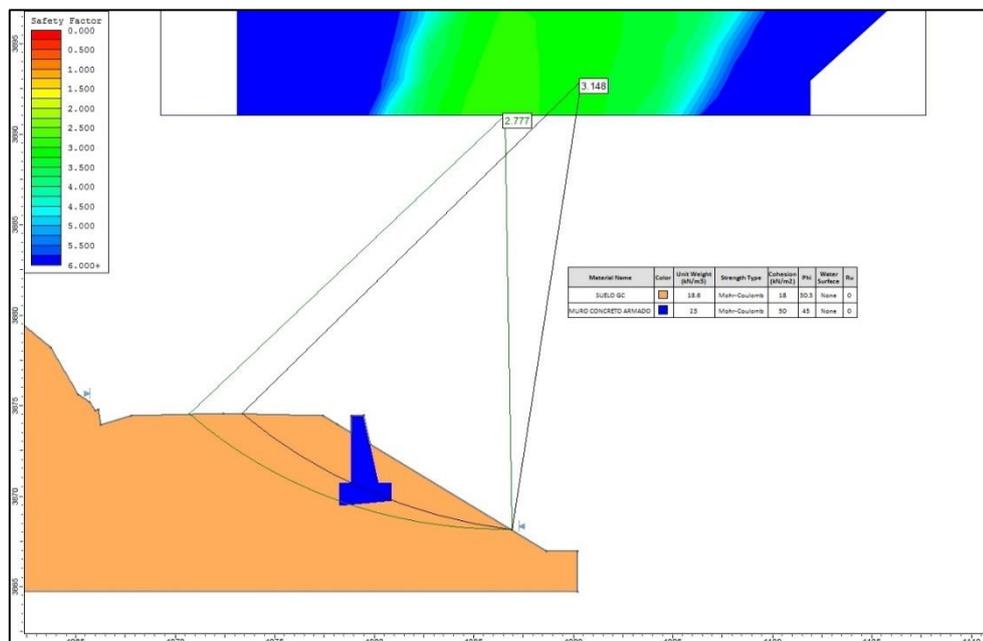
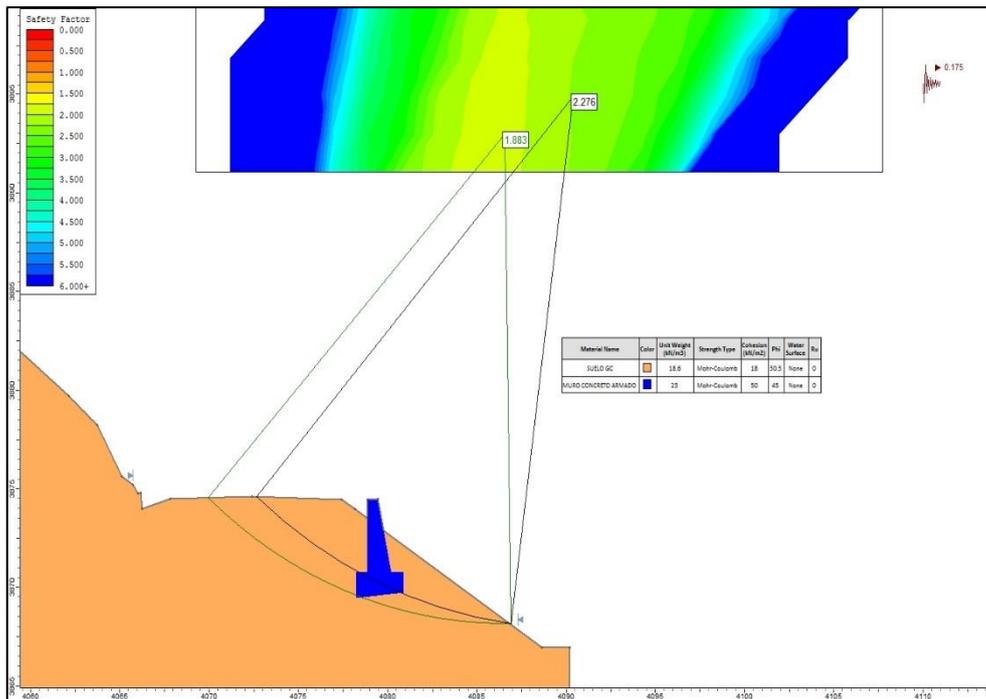


Figura 38 Análisis de estabilidad global, en condiciones pseudoestáticas con muro a gravedad



### 3.3 Análisis Económico Comparativo

Para el análisis económico comparativo real entre los muros evaluados tipo en voladizo y de gravedad, fueron necesarios realizar los metrados y precios unitarios por las partidas requeridas, los metrados realizados se desarrollaron de acuerdo a las dimensiones de las estructuras de acuerdo a los diseños planteados y según los planos elaborados en el presente proyecto y para complementar el análisis se obtuvo los precios actualizado a junio del presente año de la revista especializada para la construcción Costos.

En el comparativo se determina que el costo del muro de contención tipo en voladizo es 30% más costoso que el muro en gravedad.

Tabla 6 Comparativo de presupuestos

Cuadro comparativo de Presupuestos		
costo	Muro de contención en voladizo	Muro de contención de gravedad
Costo	S/473,780.12	S/332,701.39

Figura 39 comparativo de presupuestos



Fuente: propia

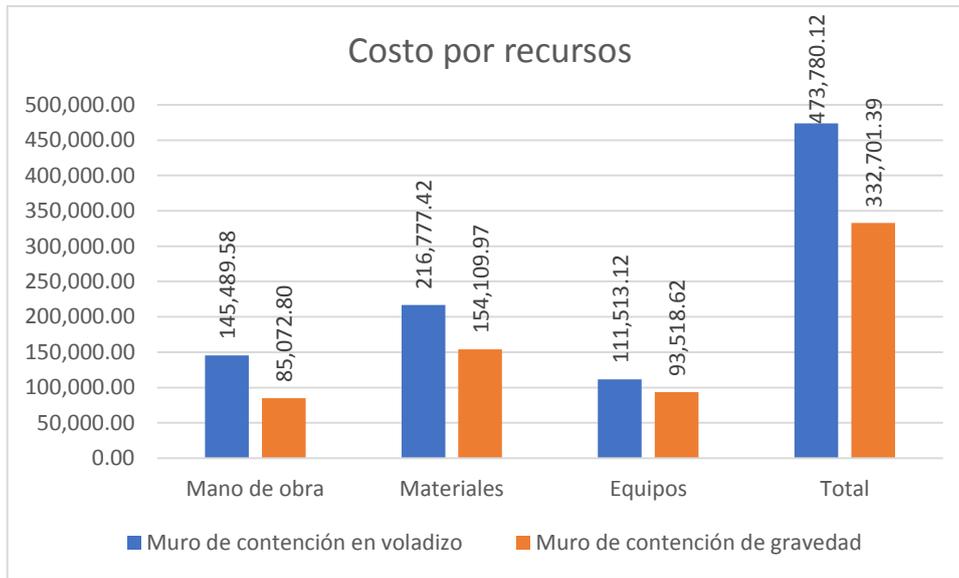
### 3.3.1 Evaluación de muros de contención por recursos

Del resultado del análisis de precio se determina que la mayor incidencia en costo en el presupuesto del muro de contención en voladizo y a gravedad es los materiales, seguido por la mano de obra. También se evidencia que el recurso que incide más a la diferencia entre presupuesto es los materiales se encuentre primero en los materiales, seguido de la mano de obra.

Tabla 7 comparativo de costos de muros de contención por recursos

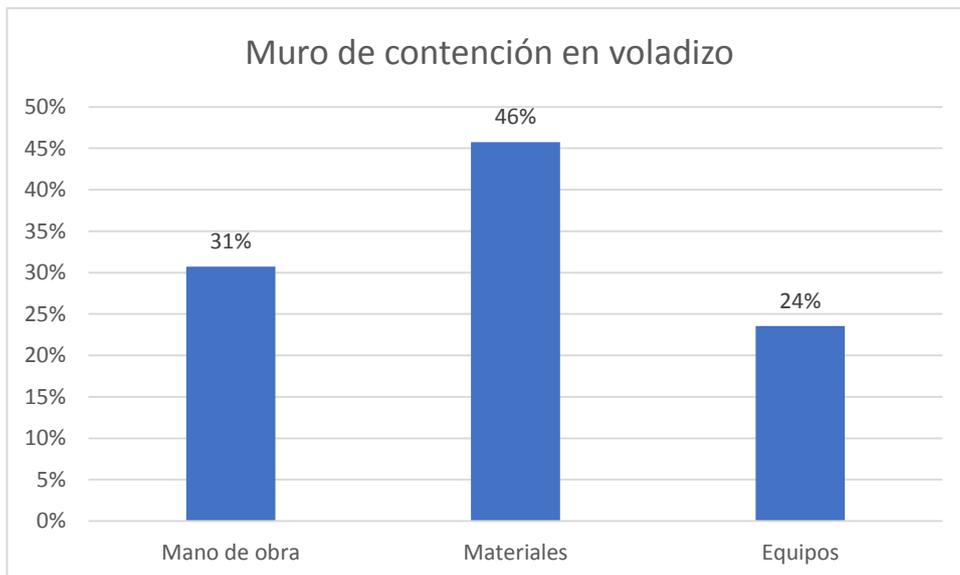
Cuadro comparativo de costos por recursos				
Recursos	Costos			
	Muro de contención en voladizo	%	Muro de contención de gravedad	%
Mano de obra	S/145,489.58	31%	S/85,072.80	26%
Materiales	S/216,777.42	46%	S/154,109.97	46%
Equipos	S/111,513.12	24%	S/93,518.62	28%
<b>Total</b>	<b>S/473,780.12</b>	<b>100%</b>	<b>S/332,701.39</b>	<b>100%</b>

Figura 40 Costos de muros de contención por recursos



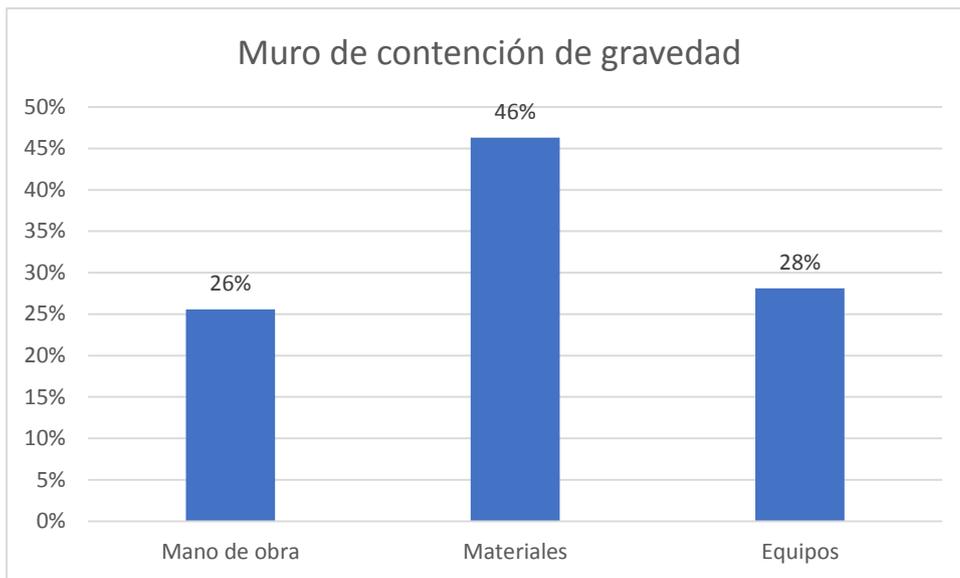
Fuente: propia

Figura 41 Costos de muros de contención en voladizo por recursos



Fuente: propia

Figura 42 Costos de muros de contención de gravedad por recursos



Fuente: propia

### 3.3.2 Evaluación de muros de contención por componente

El presupuesto de los muros de contención está compuesto por seis componentes iniciando de obras preliminares, movimiento de tierra, concretos, drenaje, transporte y protección ambiental, se identificó que el concreto, seguido del transporte son los componentes más incidentes en el presupuesto de muro de contención, el presupuesto se desarrolló teniendo en consideración el botaderos y cantera que están dentro del proyecto de construcción de carretera del ministerio de transporte y comunicaciones, que se ubica en la progresiva km 14, haciendo una distancia de 12 km.

Figura 43 Evaluación de muros de contención en voladizo por costos parciales



Figura 44 Evaluación de muros de contención en voladizo en % costos parciales

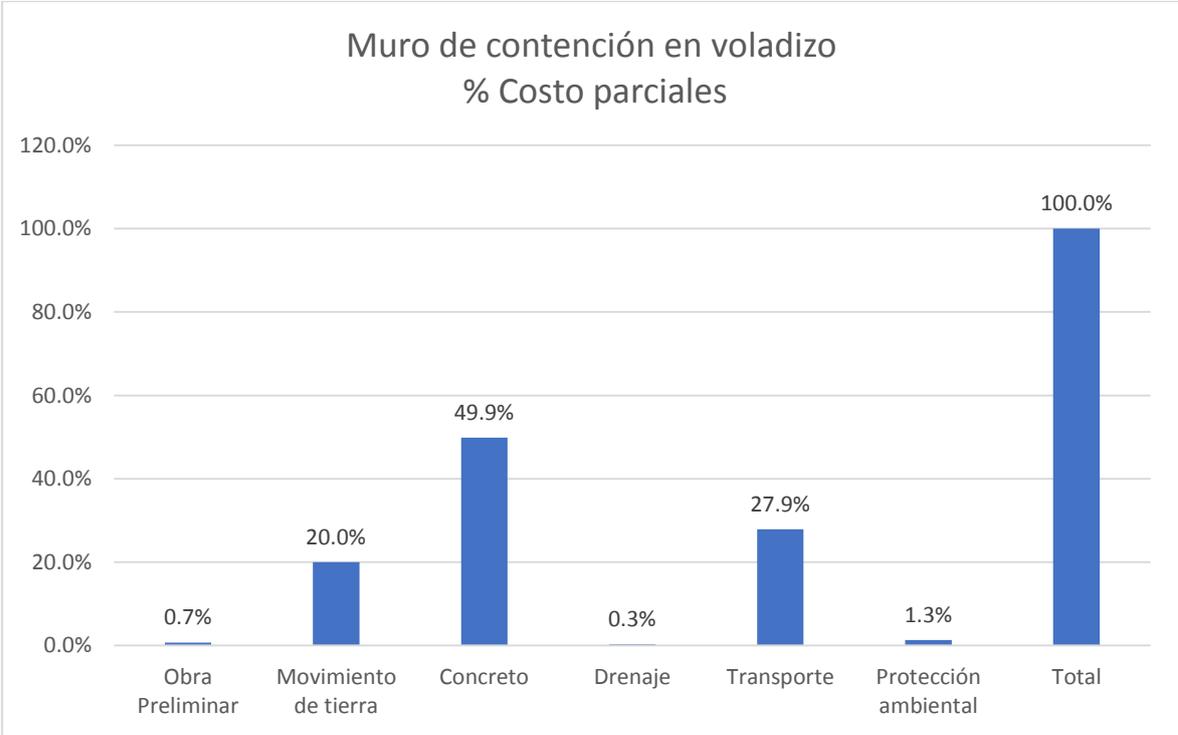


Figura 45 Evaluación de muros de contención de gravedad por costo parciales

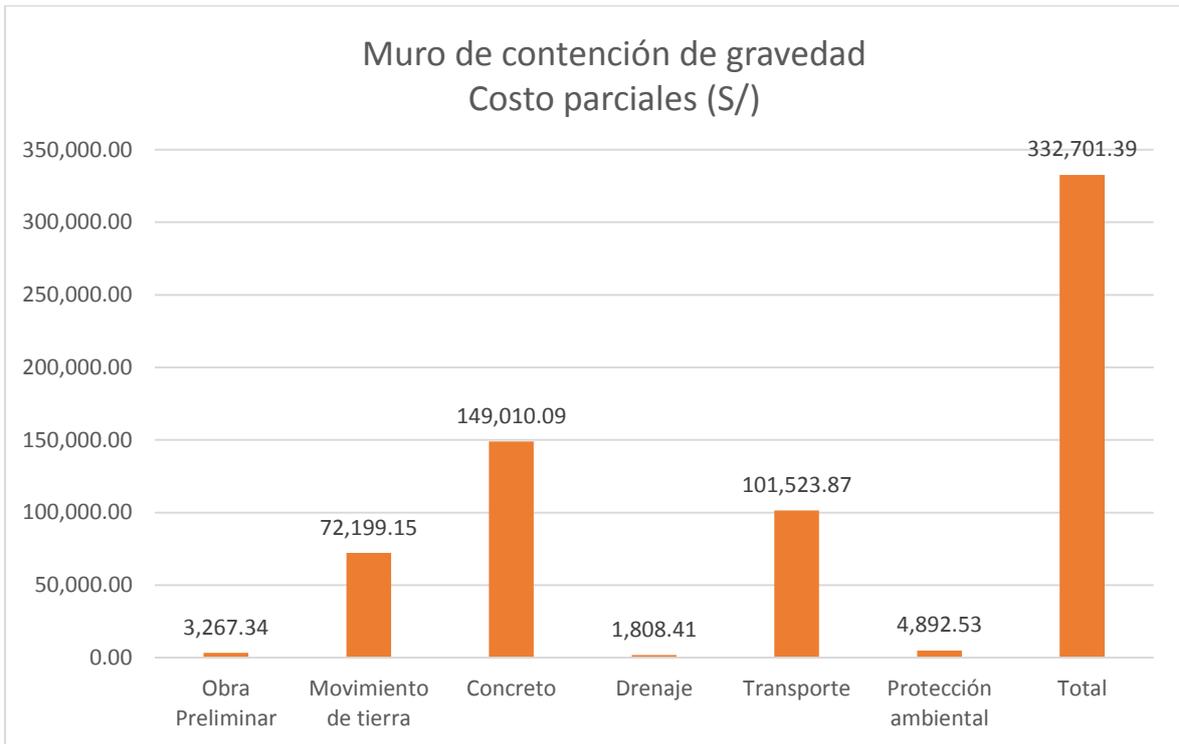
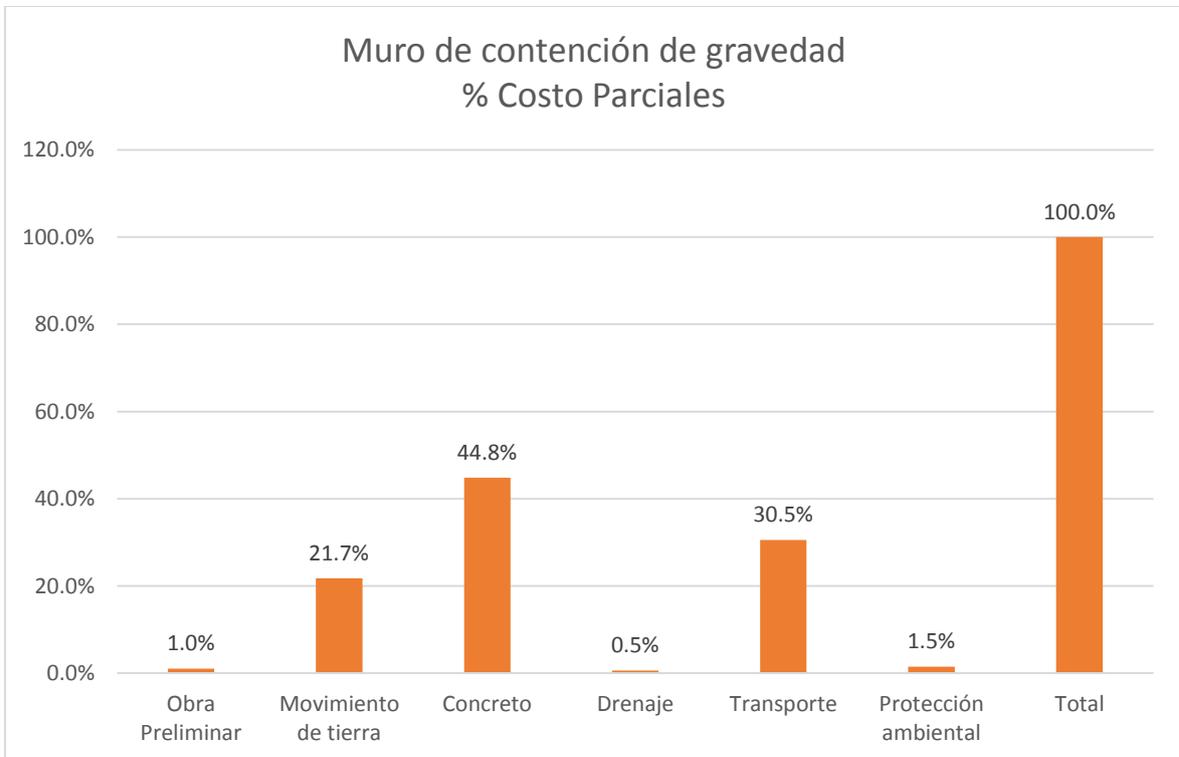


Figura 46 Evaluación de muros de contención de gravedad por % costos parciales



## **Interpretación**

Del análisis económico comparativo se observó que existe una diferencia entre los presupuestos de los muros de contención tipo en voladizo y de gravedad de S/ 141,078.73 que representa un 30%, por lo cual determinamos que en la parte económica el muro de contención tipo de gravedad es más económico que el tipo en voladizo

## **IV. DISCUSIÓN**

Dentro del desarrollo de los cálculos de Predimensionamiento para los muros de tipo de gravedad y en voladizo se tomaron en consideración con lo estipulado en las normas CE.020 del reglamento nacional de edificaciones, logrando obtener resultados de factor de seguridad superiores a 1.5 que satisfacen la estabilización local de la estructura.

En la investigación los tesisistas Astudillo Lima y Parra Monje en su tesis titulado Diseño de alternativa de muros de contención para la estabilización del talud, ubicado en la parroquia El Valle - La Pradera, perteneciente al cantón Cuenca, tomo en consideración para su Predimensionamiento se los muros de contención a diseñar las recomendaciones de los reconocidos especialistas como Calavera Ruiz y Vicente Vicente, obteniendo resultados favorables de factores de seguridad, y coincidimos que los muros a gravedad a mayor altura de altura disminuye sus factor de seguridad.

En la investigación de la tesis se identificaron los procesos geodinámicos que provocaron la inestabilidad como el deslizamiento de talud inferior de origen antrópico con asentamiento de plataforma, empuje del talud superior y reptación de suelos, los cuales son generadas por la saturación de material y la erosión causada por las precipitaciones de lluvias y escorrentías, por lo cual, se realiza la presente investigación para plantear muros de contención a fin de estabilizar los taludes, mediante la realización de diferentes ensayos en laboratorio para conocer y de determinar los parámetros del suelo, se obtuvo el ángulo de fricción interna de 30.3 grados, la cohesión 0.18 kg/cm<sup>2</sup> y la densidad de 1.86 grs/cc. Con estos parámetros obtenidos se realizaron el diseño de las estructuras de contención, logrando

estabilizar el talud. El tesista Rojas Paz en su tesis titulada “El cálculo del Factor de seguridad como elemento principal para el diseño de obras de estabilización de taludes e la vía Latacunga - La Mana sector Cruz Blanca” concluye la importancia del cálculo de seguridad para el diseño de estabilización de taludes con la finalidad de evitar el deslizamiento provocado por varios factores y sugiriendo mantener la inclinación de los taludes a 0.75H: 1.00V. Entre ambas investigaciones se concluye que para lograr obtener la estabilización de los taludes existen varias técnicas para incrementar el factor de seguridad mayor a 1.5 establecido en las normas; como contener con muros de contención o mantener taludes con mayores inclinaciones.

En los diseños de muro para la estabilización del talud se verifico los esfuerzos entre los muros de voladizo y de gravedad, se obtuvo para los muro en voladizo y de gravedad de H=4.00 m los esfuerzos de 104.28 kN/m y 96.31 kN/m y para muros de h=5.00 m de 160.95 KN/m y 142.79 kN/m respectivamente, donde de evidencia que la relación de altura con el esfuerzo no es proporcional al incremento. Para el muro en voladizo el esfuerzo incrementado de H=4.00 m a H=5.00 m es de 56.67 kN/m, y para el muro de gravedad es de 46.8 kN/m, esto se interpreta que a medida de incremento de altura en el muro de gravedad los esfuerzo no van incrementado proporcionalmente como el muro en voladizo. El tesista Matamoros Huamán en sus tesis titulado Estudio y análisis comparativo entre muros de contención con contrafuertes y muros de concreto armado en Huancavelica" compara los esfuerzos producidos entre dos muros de contención donde determino que el muro con contrafuerte tiene mayor resistencia al esfuerzo que el muro en voladizo, por lo que podemos determinar o relacionar que los muros con contrafuerte son mejor que los de mejor estructuralmente que el de gravedad, pero poder afirmar con veracidad, se tendría que realizar otra investigación.

## V. CONCLUSIONES

1. Las verificaciones realizadas a los muros de contención con el programa SLIDE V6.0, se concluyeron que los taludes son estables cuando se implementa la solución con muros de contención, obteniendo valores de factor de seguridad en los muros en voladizo de 2.595 y en gravedad de 2.777 para condiciones estáticas y valores de 1.752, 1.883 en condiciones pseudoestáticas respectivamente. Demostrando se encuentra superior al mínimo de 1.5.

2. Respecto a la evaluación técnica de los muros de contención, se concluye que el muro en voladizo tiene mejor comportamiento estructural que el muro a gravedad, obtuvo lo siguiente resultado.

El esfuerzo máximo promedio en muros voladizo es 104.28 Kg/cm<sup>2</sup>

El esfuerzo máximo promedio en muros gravedad es 96.31 Kg/cm<sup>2</sup>

EL momento máximo promedio en muros voladizo es 264.72 Kg/cm<sup>2</sup>

El momento máximo promedio en muros gravedad es 219.52 Kg/cm<sup>2</sup>

3. Respecto a la evaluación económica se concluye, que el muro en voladizo tiene un de costo de S/. 473, 780.12 y el muro de gravedad de S/. 332, 701.39, determinando que el muro de gravedad es S/ 141, 078.73 más económico que el tipo en voladizo que representa un 42%.

4. Finalmente podemos concluir respecto a la elección del tipo muro y reforzando esta determinación con la evaluación de (Calavera Ruiz, 2001), que sustenta técnicamente para muros de gravedad hasta los 5.00 de altura, que el muro de gravedad cumple todo análisis técnico y económicas para implementar como solución de estabilización de taludes en la carretera Canta Huayllay.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar otros estudios al sector para determinar en profundidad las causas de inestabilidad de sector, debido a que se evidencian sectores cercanos con los mismos problemas geológicos.
- Consideran como complemento fundamental al proyecto un sistema de drenaje en el sector a fin de evaluar las aguas de las precipitaciones pluviales y regadíos de los campos de cultivo adyacentes con estructura de cunetas, alcantarillas y sub drenes profundo esto con el objetivo de mantener la vida útil del muro de contención.
- Para reducir el presupuesto del proyecto de muro de contención, se tiene que identificar nuevos botaderos y canteras cercanas, debido al alto costo del componente de transporte del proyecto, que representa el 30% de costo total.



## REFERENCIAS

- Alva Hurtado, & Torres Cabrejos, R. (1983). Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas en el Perú. *Revista Tecnica de la universidad Nacional de Ingenieria*, 33-36.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de Investigación Instrucción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Asociación de carreteras del Japón. (1984). *Manual de protección de taludes*. Tokio: Azabudai.
- Astudillo Lima, M. A., & Parra Monje, A. V. (2015). "Diseño de alternativa de muros de contención para la estabilización del talud, ubicado en la parroquia El Valle - La Pradera, perteneciente al cantón Cuenca". (*Tesis de graduación previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil*). Universidad de Azuay, Cuenca - Ecuador.
- Avila, H. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación empirica*. Mexico: Instituto Tecnológico de Cd.
- Bernuy Ramirez, R. B., & Bueno Herrera, 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 obtener el Título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Calavera Ruiz, J. (2001). *Muros de contención y muros de sótano*. Madrid - España: Intemac.
- Campos Campos, J. A. (2015). "Análisis de estabilidad del deslizamiento en el bajo Cacao de Atenas". (*tesis para obtener el grado de licenciatura en Ingeniería Civil*). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Cervantes Eusebio, E. A. (2018). "Estabilización de taludes en el huaico las Moras, empleando análisis y diseño de contención de concreto armado, como protección al AA.HH. Leoncio Prado". (*Tesis para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huanuco.
- Cherné Tarilonte, J., & Gonzales Aguilar, A. (2005). *Movimiento de tierras*. Madrid.
- Das, B. (2001). *Principios de ingeniería de Cimentaciones*. Mexico: Thomson editores.
- DAS, B. (2013). *Fundamentos de Ingeniería geotécnica*. Mexico: Cengage Learning.
- González de Vallejo, L. L., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid: Pearson Educación.
- Hanson, W. E., & Peck, R. B. (1983). *Ingeniería de cimentaciones*. Illinois: Noriega.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, L. (2006). *Métologia de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Hoek, E., & Bray, J. (1981). *Rock slope engineering*. New York: Taylor & Francis.

- Juarez Eulalio, R. A. (2004). *Mécanica de suelos - Teoría y aplicaciones de la mecánica de suelos*. México: Noriega editores.
- Matamoros Huaman, W. G. (2016). "Estudio y Analisis Compartivo entre muros de contención con contrafuertes y muros de concreto armado en Huancavelica". (*Tesis Para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2011). *Diseño de Concreto Reforzado*. Mexico D.F.: Alfaomega.
- Mendieta Molina, E. A. (2016). "Análisis, comparación y diseño optimizado para muros de contención". *Tesis de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.
- Ministerio de Vivienda. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El peruano.
- Norma CE.020. (9 de Noviembre de 2012). Reglamento Nacional de Edificaciones. *Normas Legales*.
- Olmos Martinez, P. J. (2011). *Diseño de estructuras de contención*. Valladolid: Secretariado de publicaciones.
- Rojas Paz, S. N. (2015). "El calculo del Factor de seguridad como elemento principal para el diseño de obras de estabilizacion de taludes e la vía Latacunga - La Mana sector Cruz Blanca". (*tesis para la obtención del título de ingeniero civil*). Univerisdad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador.
- Ruesta Ruiz, P., Diaz Collantes, J., & Alva Hurtado, J. E. (2011). *El coeficiente sísmico en el diseño de presas de tierra y enrocado*. Lima: Guzlop editores.
- Sáez, E. (2010). *Fundamentos de Geotecnia*. Chile: Departamento de Ingeniería.
- santiago, a. (2017). *muro de contenciom*. lima: queros.
- Sowers, G. B., & Sowers, G. F. (1972). *Introducción a la Mécanica de suelos y cimentaciones*. Mexico: Limusa - Wiley.
- Suarez Diaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en Zonas Tropicales*. Bucaramanga: Ingeniería de sules Ltda.
- Suarez, J. (2013). *Deslizamientos*. colombia: Geotecnología.
- Tamayo Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa Noriega Editores.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1973). *Mecánica de suelos en la ingeniería practica*. Barcelona: El Ateneo S.A.
- Torres Belandria, R. A. (2008). *Analisis y Diseño de muros de contención de concreto armado*. Merida: Fondonorma-Milco.
- Villar Arana, H. A. (2015). "Comparación del comportamiento estructural de muros de contención en voladizo y con contrafuertes". (*Tesis para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.

Yaccirema Chimbo, J. (2013). *Construcción de un muros de contención*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

Yukio, O., & Fukuoka, M. (1984). *Manual de protección de Taludes*. Tokio: JRA.

## ANEXOS

### Anexo N° 1 Cuadro De Operacionalización De Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGÍA
Análisis técnico y económico de muros de contención.	(Yukio & Fukuoka, 1984), "los muros de contención son estructuras de soporte de tierra para prevenir las fallas del suelo. Se construye para el corte o relleno de lugares en donde el talud no puede auto sostenerse a consecuencia de las condiciones de topografía y del lugar." (pág. 124)	Para el analisis técnico se usara el programa GEO 5 donde se determinara los momentos de volteo y deslizamiento si cumplen los factores minimos según el reglamento Nacional de Edificaciones CE.020, para los calculos de requeriran peso propio del muro, empuje activo activo, empuje pasivo y fuerzas sismicas del RNE E.030	Criterios de Dimensionamiento	Análisis por Volteo y Deslizamiento	Norma CE0.20 Programa GEO 5)	<b>Método:</b> Cientifico  <b>Enfoque:</b> cuantitativo  <b>Tipo:</b> aplicada
			Análisis Estructural	Peso propio Empuje pasivo Empuje Activo Sobrecargas	Metodo de Coulomb y Rankine (Programa GEO 5)	
			Costos	Directos Indirectos	Presupuesto (programa S10)	
				Análisis de precios unitarios: - Mano de Obra - Materiales - Equipos - Rendimiento		
Estabilidad de Taludes	(González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002) "La estabilidad de un talud está definida por factores geométricos, geológicos, hidrológicos y geotécnicos, estos vinculados a la altura, pendiente, suelos anisotrópicos, presencia de agua, comportamiento mecánica del suelo su resistencia y deformabilidad". (pág. 432)	Para el cálculo de estabilidad de talud se utilizará una herramienta que está basada en método de equilibrio limite y que adopta la teoría de Mohr Coulomb, donde se obtendrá los resultados de factor de seguridad del talud, para los cálculos se requerirán los parámetros de Angulo fricción cohesión, densidad, sobrecargas y esfuerzo normal del terreno. El programa que cumple y a utilizar es, SLIDE V6.0	Características geométricas.	Altura de Talud Tipo de Talud Pendiente Tipo de Suelo	Estudio Topografico: Levantamiento topográfico	<b>Nivel:</b> explicativo  <b>Enfoque:</b> cuantitativo
			Características geotécnicas	Resistencias Deformabilidad	Ensayo de corte directo	
			Factor de seguridad	cohesión Ángulo de fricción Esfuerzo Normal Sobrecarga Densidad del suelo	Ensayo granulometrico Ensayo Limite Liquido Ensayo de limite plastico Ensayo de contenido de humedad	
			Método de equilibrio límite	Bishop simplificado Software Slide	Software Slide v6.0	

Anexo N° 2 Matriz De Consistencia

Título: Análisis Técnico y económico de muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta–Huayllay, Km1+920 al km2+000							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA/ ÍTEMS
<u>Problema general</u>	<u>Objetivo General</u>	<u>Hipótesis general</u>	<u>Variable independiente</u>				
¿Qué relación existe entre el análisis técnico y económico de los muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta–Huayllay, Km1+920 al km2+000?	Determinar los análisis técnico y económico de los muros de contención en la estabilización de taludes inferiores de la carretera Canta–Huayllay, Km1+920 al km2+000.	El análisis técnico y económico de muros de contención determinara su elección en la estabilización de taludes inferiores de plataformas de la carretera canta –Huayllay en el sub tramo Km1+920 al km2+000.	<b>Análisis técnico y económico de muros de contención.</b>	Criterios de Dimensionamiento	Análisis por Volteo y Deslizamiento	Norma CE0.20 Programa GEO 5)	Ordinal
				Análisis Estructural	Peso propio Empuje pasivo Empuje Activo Sobrecargas	Método de Coulomb y Rankine (Programa GEO 5)	
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicos</b>		Costos	Directos Indirectos	Presupuesto (programa S10)	
¿Cómo influye los criterios de dimensionamiento del muro de contención en la estabilidad taludes inferiores de la plataforma de la carretera canta- Huayllay?	Evaluar la influencia de los criterios de dimensionamiento del muro de contención sobre las condiciones de estabilidad de los taludes inferiores de la plataforma de la carretera canta- Huayllay	Los criterios de dimensionamiento de muros de contención en el diseño influyen es la estabilidad de taludes inferiores de la plataforma de la carretera canta- Huayllay.			Análisis de precios unitarios: - Mano de Obra - Materiales - Equipos - Rendimiento		
¿Cómo influye en las características geotécnicas de los taludes inferiores el análisis estructural del muro de contención en la carretera Canta – Huayllay?	Evaluar la influencia que existe en las características geotécnicas al realizar el análisis estructural del muro de contención en la estabilización de taludes inferiores de plataforma de la carretera Canta – Huayllay.	El análisis estructural del muro de contención influye en las características geotécnicas de los taludes inferiores de plataforma de la carretera Canta – Huayllay.	<b>Variable dependiente</b>	Características geométricas.	Altura de Talud Tipo de Talud Pendiente Tipo de Suelo	Estudio Topográfico: Levantamiento topográfico	Ordinal
				Características geotécnicas	Resistencias Deformabilidad	Ensayo de corte directo	
¿Cómo influye los Costos de los muros de contención en la estabilización de taludes inferiores de la plataforma de la carretera Canta – Huayllay?	Evaluar la influencia de los costos de los muros en la estabilización de taludes inferiores de la plataforma de la carretera Canta – Huayllay	Los costos de los muros de contención influirá en la elección del tipo de estructura para la estabilización de taludes inferiores de la plataforma de la carretera Canta - Huayllay	<b>Estabilidad de Taludes</b>	Factor de seguridad	cohesión Ángulo de fricción Esfuerzo Normal Sobrecarga Densidad del suelo	Ensayo granulométrico Ensayo Limite Liquido Ensayo de limite plástico Ensayo de contenido de humedad	
				Método de equilibrio límite	Bishop simplificado Software Slide	Software Slide v6.0	

Anexo N° 3 Ficha N°1 de validación de datos



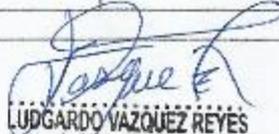
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
<b>PROYECTO</b>	"Análisis Técnico y económico de muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta-Huayllay, Km1+920 al km2+000"				
<b>AUTOR</b>	Jorge Eudolio Valentin Calixto				
INFORMACION GENERAL					
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO	Canta	ESTE	323034	<b>EXPERTO</b>
	PROVINCIA	Lima	NORTE	8730335	
	CIUDAD	Canta	ALTITUD	2940 msnm	
<b>I</b>	GRANULOMETRIA DEL SUELO				✓
	Grava (%)	Arena (%)	Limos y Arcilla (%)		
	70.9%	17%	12.0%		
<b>II</b>	LIMITES DE ATTERBERG				✓
	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD		
	31.70%	17.10%	14.60%		
<b>III</b>	PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO				✓
	Angulo de Friccion Interna		Cohesión		
	30.3 °		0.18 kg/cm2		
<b>IV</b>	CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO				✓
	2.15 Kg/cm2				
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	WALTER RICARDO NIÑO ARBULU				
<b>DNI</b>	16541310				
<b>E-MAIL</b>	<a href="mailto:walterarbulu2000@yahoo.es">walterarbulu2000@yahoo.es</a>				
<b>REGISTRO CIP No.</b>	28774				
<b>TELEFONO</b>	999055509				
 <b>WALTER RICARDO NIÑO ARBULU</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>Reg. CIP N°28774</b>					

Anexo N° 4 Ficha N°2 de validación de datos



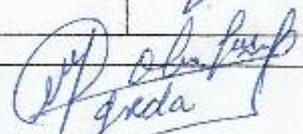
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
PROYECTO	"Análisis Técnico y económico de muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta-Huayllay, Km1+920 al km2+000"				
AUTOR	Jorge Eudolio Valentín Calixto				
INFORMACIÓN GENERAL					
UBICACIÓN	DISTRITO	Canta	ESTE	323034	EXPERTO
	PROVINCIA	Lima	NORTE	8730335	
	CIUDAD	Canta	ALTITUD	2940 msnm	
GRANULOMETRIA DEL SUELO					
I	Grava (%)	Arena (%)		Limos y Arcilla (%)	✓
	70.9%	17%		12.0%	
LIMITES DE ATTERBERG					
II	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	✓
	31.70%	17.10%		14.60%	
PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO					
III	Angulo de Friccion Interna		Cohesión		✓
	30.3 °		0.18 kg/cm2		
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO					
IV	2.15 Kg/cm2				✓
APELLIDOS Y NOMBRES	LUDGARDO VÁZQUEZ REYES				
DNI	17883062				
E-MAIL	grupoluvar@hotmail.com				
REGISTRO CIP No.	22291				
TELEFONO	999038793				
					 <b>LUDGARDO VÁZQUEZ REYES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N°22291

Anexo N° 5 Ficha N°3 de validación de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
PROYECTO	"MAnálisis Técnico y económico de muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta-Huayllay, Km1+920 al km2+000"				
AUTOR	Jorge Eudolio Valentín Calisto				
INFORMACION GENERAL					
UBICACIÓN	DISTRITO	Canta	ESTE	323034	EXPERTO
	PROVINCIA	Lima	NORTE	8730335	
	CIUDAD	Canta	ALTITUD	2940 msnm	
GRANULOMETRIA DEL SUELO					
I	Grava (%)	Arena (%)	Limos y Arcilla (%)		✓
	70.9%	17%	12.0%		
LIMITES DE ATTERBERG					
II	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD		✓
	31.70%	17.10%	14.60%		
PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO					
III	Angulo de Friccion Interna		Cohesión		✓
	30.3 °		0.18 kg/cm2		
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO					
IV	2.15 Kg/cm2				✓
APELLIDOS Y NOMBRES	MARIA DE LOS DOLORES AGREDA GUEVARA				 MARIA DE LOS DOLORES AGREDA GUEVARA INGENIERO CIVIL
DNI	44780465				
E-MAIL	<a href="mailto:mariagreda88@hotmail.com">mariagreda88@hotmail.com</a>				
REGISTRO CIP No.	118782				
TELEFONO	965995566				

## Anexo N° 6 Análisis granulométrico por Tamizado C-1



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

**Proyecto** : Análisis Técnico y Económico de Muros de Contención para Estabilizar Talud Inferior de Plataforma de la Carretera Canta - Huayllay, Km. 1+920 al Km. 2+000

**Solicitante** : Jorge Eudolio Valentin Calixto

**Ubicación** : LIMA - PASCO

**Tramo** : CANTA - HUAYLLAY

**Sondeo** : C-1 **Fecha** : Junio - 2019

**Muestra** : M-1

**Profundidad (mts.)** : 0.40 - 3.00 **Coordenadas** : E: 323030  
N: 8730369

Partículas >3" (%) : ---

Grava (%) : 89.5

Arena (%) : 17.9

Limos y Arcillas (%) : 12.6

Límites de Atterberg:

LL (%) : 29.3

LP (%) : 15.3

IP (%) : 14.0

Humedad (%) : 10.4

Clasificación SUCS : GC

Grava arcillosa con arena

D10 : ---

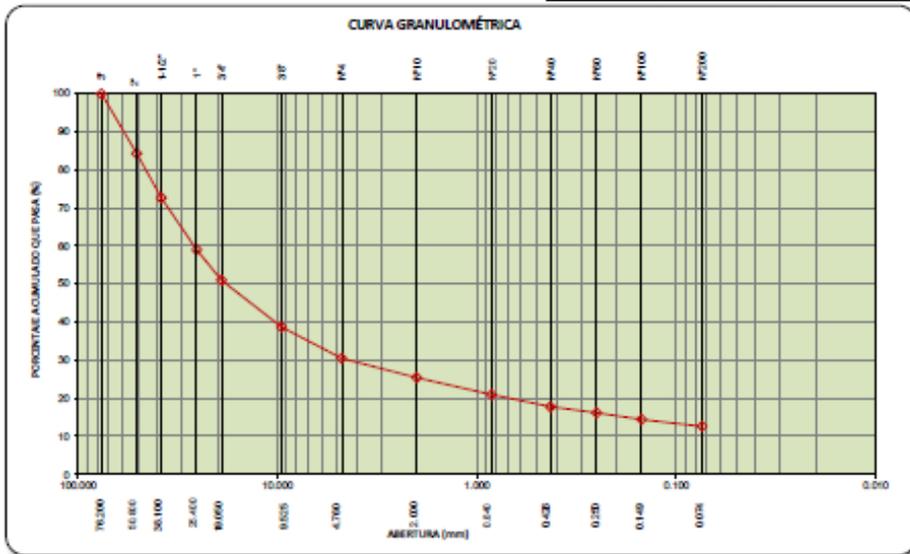
D30 : 4.39

D60 : 26.15

Cu : ---

Cc : ---

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.800	84.3
1 1/2"	38.100	72.6
1"	25.400	59.0
3/4"	19.050	51.0
3/8"	9.525	38.7
Nº4	4.760	30.5
Nº10	2.000	25.4
Nº20	0.840	20.9
Nº40	0.426	17.8
Nº60	0.250	16.2
Nº100	0.149	14.4
Nº200	0.074	12.6



Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

*Carlos Enrique Tito Silva*  
 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

## Anexo N° 7 Límites de Atterberg C-1



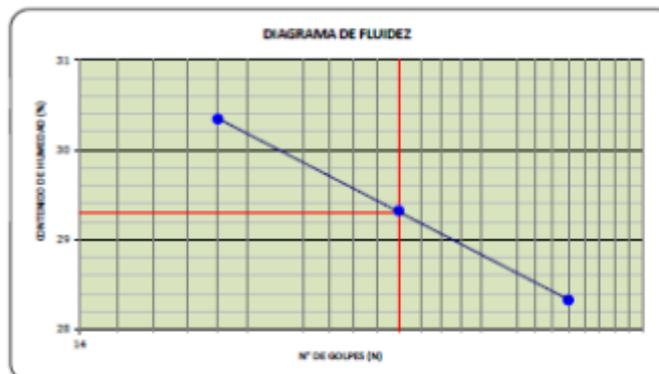
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG ASTM - D4318

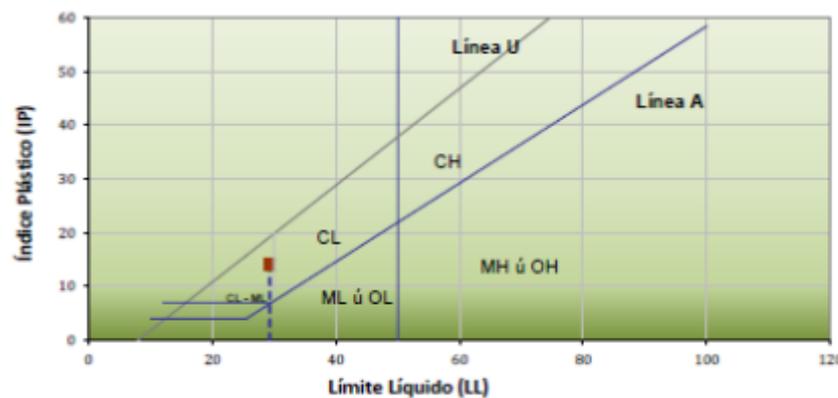
**Proyecto** : Análisis Técnico y Económico de Muros de Contención para Estabilizar Talud Inferior de Plataforma de la Carretera Canta - Huayllay, Km. 1+920 al Km. 2+000  
**Solicitante** : Jorge Eudolio Valentin Calixto  
**Ubicación** : LIMA - PASCO  
**Sector** : CANTA - HUAYLLAY  
**Sondeo** : C-1  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (mts.)** : 0.40 - 3.00  
**Fecha** : Junio - 2019  
**Coordenadas** : E: 323030  
N: 8730369

#### Límites de Atterberg

LL (%) : 29.3  
LP (%) : 15.3  
IP (%) : 14



#### GRÁFICO DE PLASTICIDAD



Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

Anexo N° 8 Análisis granulométrico por Tamizado C-2



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM - D422**

**Proyecto** : Análisis Técnico y Económico de Muros de Contención para Estabilizar Talud Inferior de Plataforma de la Carretera Canta - Huayllay, Km. 1+920 al Km. 2+000  
**Solicitante** : Jorge Eudolio Valentin Calixto  
**Ubicación** : LIMA - PASCO  
**Tramo** : CANTA - HUAYLLAY  
**Sondeo** : C-2 **Fecha** : Junio - 2019  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (mts.)** : 1.20 - 3.00 **Coordenadas** : E: 323034  
N: 8730335

Partículas >3" (%) : ---

Grava (%) : 70.9

Arena (%) : 17.0

Limos y Arcillas (%) : 12.0

Límites de Atterberg:

LL (%) : 31.7

LP (%) : 17.1

IP (%) : 14.6

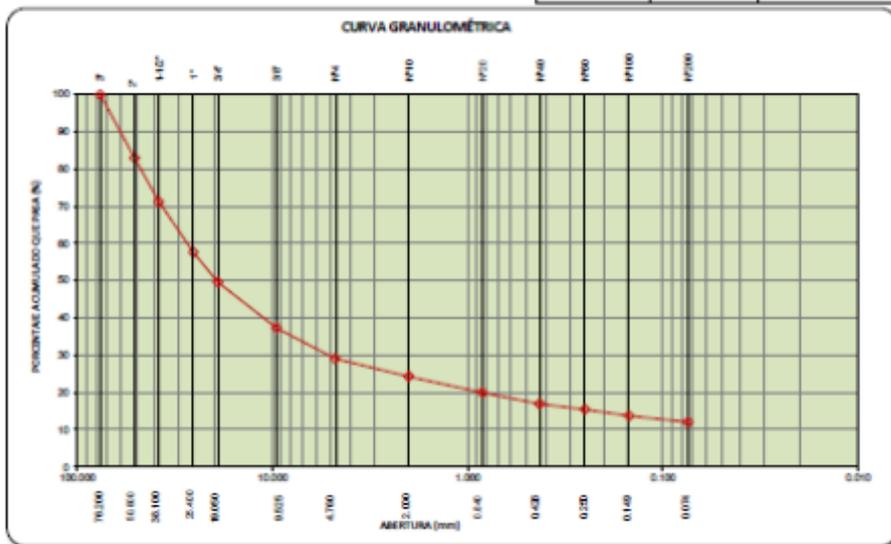
Humedad (%) : 8.2

Clasificación SUCS : GC

Grava arcillosa con arena

D10 :  
D30 : 5.15  
D60 : 27.27  
Cu :  
Cc :

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.800	82.9
1 1/2"	38.100	71.2
1"	25.400	57.6
3/4"	19.050	49.6
3/8"	9.525	37.3
Nº4	4.750	29.1
Nº10	2.000	24.3
Nº20	0.840	20.0
Nº40	0.425	16.9
Nº60	0.250	15.5
Nº100	0.149	13.7
Nº200	0.074	12.0



Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

*Carlos Enrique Tito Silva*  
 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II - SGP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 4347295  
 www.gmigingenieros.com

## Anexo N° 9 Límites de Atterberg C-2



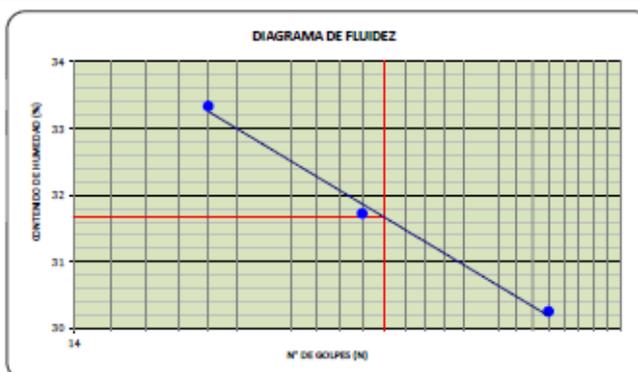
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG ASTM - D4318

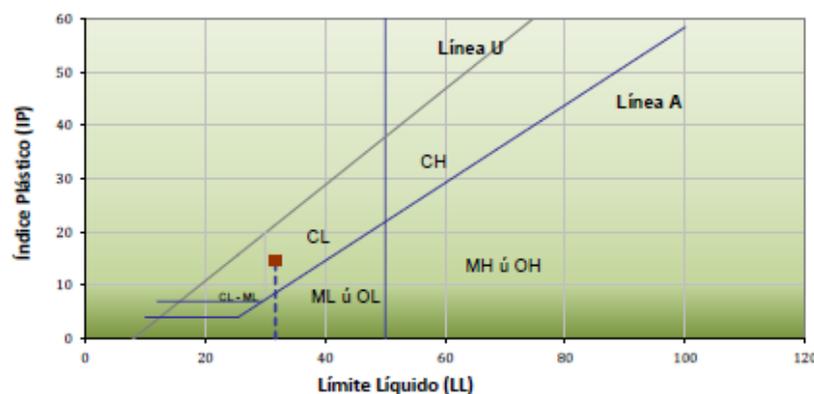
**Proyecto** : Análisis Técnico y Económico de Muros de Contención para Estabilizar Talud Inferior de Plataforma de la Carretera Canta - Huayllay, Km. 1+920 al Km. 2+000  
**Solicitante** : Jorge Eudolio Valentin Calixto  
**Ubicación** : LIMA - PASCO  
**Sector** : CANTA - HUAYLLAY  
**Sondeo** : C-2  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (mts.)** : 1.20 - 3.00  
**Fecha** : Junio - 2019  
**Coordenadas** : E: 323034  
 N: 8730335

#### Límites de Atterberg

LL (%): 31.7  
 LP (%): 17.1  
 IP (%): 14.6



#### GRÁFICO DE PLASTICIDAD



Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 4347295  
 www.gmigingenieros.com

## Anexo N° 10 Análisis granulométrico por Tamizado C-3



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

**Proyecto** : Análisis Técnico y Económico de Muros de Contención para Estabilizar Talud Inferior de Plataforma de la Cametera Canta - Huayllay, Km. 1+920 al Km. 2+000

**Solicitante** : Jorge Eudolio Valentin Calixto

**Ubicación** : LIMA - PASCO

**Tramo** : CANTA - HUAYLLAY

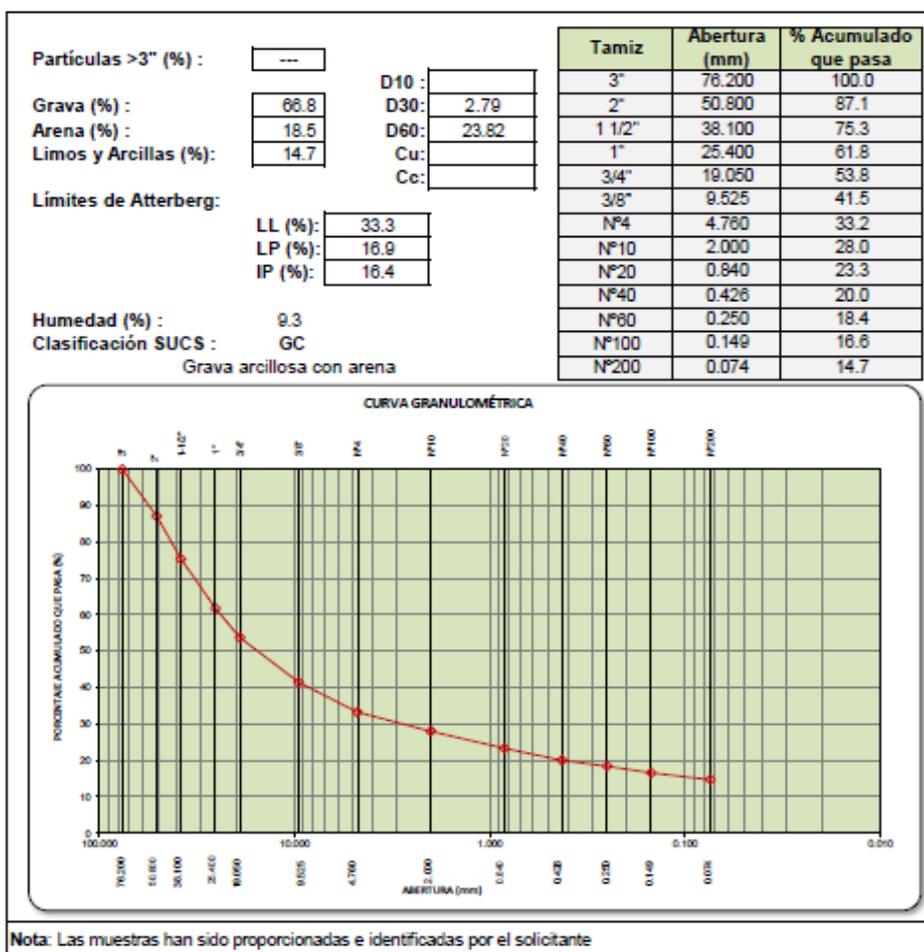
**Sondeo** : C-3

**Muestra** : M-1

**Profundidad (mts.)** : 0.80 - 3.00

**Fecha** : Junio - 2019

**Coordenadas** : E: 323031  
N: 8730312



*Carlos Enrique Tito Silva*  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

## Anexo N° 11 Límites de Atterberg C-3



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG ASTM - D4318

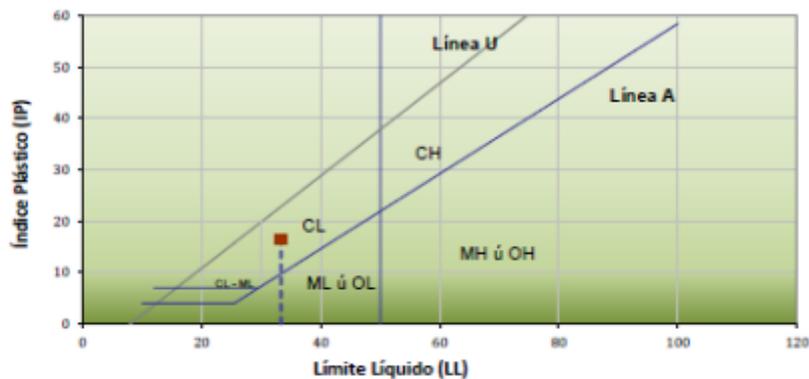
**Proyecto** : Análisis Técnico y Económico de Muros de Contención para Estabilizar Talud Inferior de Plataforma de la Carretera Canta - Huayllay, Km. 1+920 al Km. 2+000  
**Solicitante** : Jorge Eudolio Valentin Calixto  
**Ubicación** : LIMA - PASCO  
**Sector** : CANTA - HUAYLLAY  
**Sondeo** : C-3  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (mts.)** : 0.80 - 3.00  
**Fecha** : Junio - 2019  
**Coordenadas** : E: 323031  
 N: 8730312

#### Límites de Atterberg

LL (%): 33.3  
 LP (%): 16.9  
 IP (%): 16.4



#### GRÁFICO DE PLASTICIDAD



Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

*Carlos Enrique Tito Silva*  
 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Anexo N° 12 Ensayo de densidad de campo (Método de arena)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO ( MÉTODO DEL CONO DE ARENA )  
NORMA ASTM D1556**

**PROYECTO** : Análisis Técnico y Económico de Muros de Contención para Estabilizar Talud Inferior de Plataforma de la Carretera Canta - Huayllay, Km. 1+920 al Km. 2+000

**SOLICITANTE** : Jorge Eudolio Valentín Calixto

**UBICACIÓN** : LIMA - PASCO

**FECHA** : Junio - 2019

**COORDENADAS:** E: 323034 / N: 8730335

CALICATA		C - 2			
MUESTRA N°		M - 1			
DENSIDAD		D - 1			
PROFUNDIDAD (mt)		2.50			
CLASIFICACION (SUCS)		GP			
1. Peso del frasco + arena	grs	7943.00			
2. Peso del frasco + arena que queda	grs	1628.00			
3. Peso de arena empleada	(1) - (2) grs	6315.00			
4. Peso de arena en el cono	grs	1237.00			
5. Peso de arena en excavación	(3) - (4) grs	5078.00			
6. Densidad de la arena	gr/cc	1.35			
7. Volumen de material extraído	(5)/(6) cc	3781.48			
8. Peso de la muestra	grs	7567.00			
9. Densidad húmeda	(8)/(7) gr/cc	2.01			
10. Humedad	%	8.16			
11. Densidad seca	(15)/(1+(16/100)) grs/cc	1.86			

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARA N°		67			
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	726.30			
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	683.27			
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	43.03			
4. Peso de recipiente	grs	156.17			
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	527.10			
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	8.2			

**Observaciones:**

  
 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173



# Anexo N° 14 Ensayo de corte directo 1



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D 3080

**PROYECTO :** Análisis Técnico y Económico de Muros de Contención para Estabilizar Talud Inferior de Plataforma de la Carretera Canta - Huayllay, Km. 1+920 al Km. 2+000  
**SOLICITA :** Jorge Eudolio Valentín Calixto  
**UBICACIÓN :** Lima - Pasco  
**Coordenadas :** E: 929094 / N: 8730886  
**Sondeo :** C - 2 **Fecha :** Junio - 2019  
**Muestra :** M - 1  
**Profundidad :** 1.20 - 3.00 mts **Clasificación SUCS :** GC

GRÁFICO DE CURVA DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs ESFUERZO DE CORTE

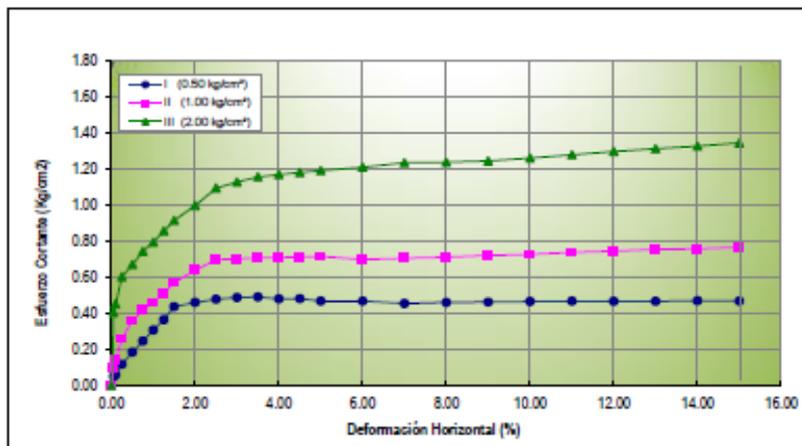
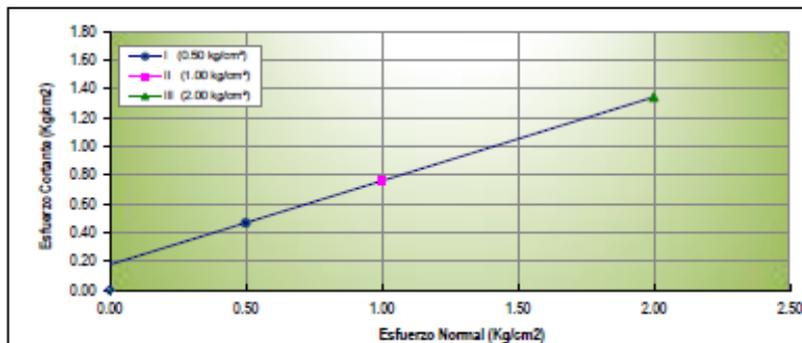


GRÁFICO DE CURVA ESFUERZO NORMAL vs ESFUERZO DE CORTE



### RESULTADOS

**Ángulo de Fricción Interna :** 30.3 Grados  
**Cohesión :** 0.18 kg/cm<sup>2</sup>

**Observaciones:** El ensayo fue realizado tomando en cuenta la condición de humedad natural.

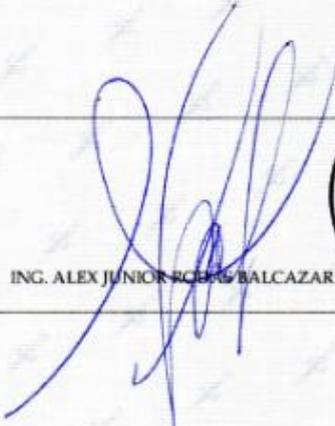
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 4347295  
 www.gmigingenieros.com

Anexo N° 15 Certificado de calibración

		<p align="center"><b>SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO</b></p> <p align="center"><b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p align="center"><b>DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA</b></p>	
<p align="center">CERTIFICADO DE CALIBRACION N°821-EM-2018</p>			
Cliente	<b>GMIG S.A.C</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones del SNM / INDECOPI.</p> <p>Los resultados contenidos en este certificado corresponden al momento y condiciones en que se realizó la calibración.</p> <p>A fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>	
Dirección	<b>CAL. 6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES</b>		
Instrumento de Medición	<b>BALANZA ELECTRONICA</b>		
Clase / Tipo	<b>Clase Media I</b>		
Cap. Máxima	<b>4KG</b>		
División de escala / Resolución	<b>0.01G</b>		
Marca	<b>SARTORIUS</b>		
Modelo	<b>BA4100S</b>		
Número de Serie	<b>KG082364</b>		
Procedencia	<b>ALEMANA</b>		
Identificación / Código	<b>BALANZA 2</b>		
Cantidad	<b>1</b>		
Fecha de Calibración	<b>27/06/2018</b>		
<p>Certificados sin firma y sellos carecen de validez.</p>			
2018-06-27			
<p align="center">ING. ALEX JUNIOR RODAS BALCAZAR</p>			
		<p>PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION DE MUNTEC CORP. E.I.R.L.</p> <p>MUNTEC CORP. E.I.R.L. SERVICIO DE METROLOGIA - INSTRUMENTACION Y CONTROL</p> <p>JR. TURIN 505 URB. FIORI S.M.P. - LIMA TLF:01 732 5522 - 992946574</p>	
		<p align="center">SOMOS SU RELEVIO A LA CALIDAD INSTITUCION APASIONADA POR LA METROLOGIA</p>	

Anexo N° 16 Certificado de calibración

	<b>SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO</b>	
QUALITY CONTROL IN YOUR COMPANY	<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>	
	DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA	
CERTIFICADO DE CALIBRACION N°822-LM -2018		
Cliente	GMIG S.A.C	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones del SNM / INDECOPI.</p> <p>Los resultados contenidos en este certificado corresponden al momento y condiciones en que se realizó la calibración.</p> <p>A fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Dirección	CAL.6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRONICA	
Clase / Tipo	Clase Media I	
Cap. Máxima	20KG	
División de escala / Resolución	0.1G	
Marca	AND	
Modelo	GP-20K	
Número de Serie	KG082370	
Procedencia	USA	
Identificación / Código	BALANZA 1	
Cantidad	1	
Fecha de Calibración	27/06/2018	
Certificados sin firma y sellos carecen de validez.		
2018-06-27	 ING. ALEX JUNIOR ROJAS BALCAZAR	
	PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION DE MUNTEC CORP . E.I.R.L. MUNTEC CORP . E.I.R.L. SERVICIO DE METROLOGIA - INSTRUMENTACION Y CONTROL JR. TURIN 505 URB. FIORI S.M.P. - LIMA TLF:01 732 5522 - 992946574	SOMOS SU RELIEVO A LA CALIDAD INSTITUCION APASIONADA POR LA METROLOGIA

Anexo N° 17 Certificado de calibración



**Tecnología, Precisión y Calidad**

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### CLT-00015-2019

Expediente : 0012-1673

Fecha de emisión : 2019 - 01 - 12

Página : 1 de 2

- 1. SOLICITANTE :** GMIG S.A.C.  
**DIRECCIÓN :** CALLE 6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
- 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** HORNO  
**MARCA :** HUMBOLDT MFO.CO  
**MODELO :** H-30145E  
**COD. IDENTIFICACIÓN :** NO INDICA  
**ALCANCE :** 60°C a 230°C  
**DIVISIÓN DE ESCALA :** 0.1 °C  
**SENSOR :** PT 100  
**PROCEDENCIA :** USA  
**UBICACIÓN :** NO INDICA
- 3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**  
 Se utilizó patrones trazables a las unidades de temperatura y humedad del Sistema Internacional de Unidades calibrados por el SNM-INDECOPI. La calibración se realizó el día 26 de Enero del 2019 en las instalaciones de PESAS Y BALANZAS S.A.C
- 4. MÉTODO.**  
 #N/A
- 5. PATRÓN DE MEDICIÓN.**  
 Se utilizó patrones trazables a las unidades de temperatura y humedad del Sistema Internacional de Unidades calibrados por el SNM-INDECOPI.

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	N° DE CERTIFICADO	ENTIDAD
Termómetro digital	-40 °C a 400 °C	0,01 °C	± 0,1 °C	LT-266-2019	SNM-INDECOPI
Termohigrómetro digital	-30 a 100 °C / 0 % a 100 %	0,01 °C / 0,01% H.R.	± 1,5 %	LT-272-2019	SNM-INDECOPI
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	24.6 °C	25.5 °C
HUMEDAD RELATIVA	69%	70%
- 7. OBSERVACIONES.**  
 El equipo en mención presenta errores dentro de los errores máximo permisibles.  
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
 La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95 %.  
 Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.  
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



**Jorge Luis Brancano Aguilar**  
 Gerencia Técnica

Código: HCT-TAD-001

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PESAS Y BALANZAS S.A.C.**

Jr. Luis Agurto N° 247 - Urb. Elío - Lima Cercado / Teléfonos: 564-5187 / 564-6891 Entel: 981478763 RPM: #99975313  
 Correo: informes@pesabalsac.com ventas@pesabalsac.com Web: www.pesabalsac.com

Anexo N° 18 Certificado de calibración



Tecnología, Precisión y Calidad

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

Certificado N° : CLT-00016-2019

Página : 2 de 2

RESULTADOS			
INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
150.2	-0.2	150.0	0.09

*Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección*

FIN DEL DOCUMENTO



Código: HCT-740-001  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PESA Y BALANZAS S.A.C.

Jr. Luis Agurto N° 247 - Urb. Elío - Lima Cercado / Teléfonos: 564-5187 / 564-6891 Entel: 981478763 RPM: #999753131  
Correo: informes@pesabalsac.com ventas@pesabalsac.com Web: www.pesabalsac.com

## Anexo N° 19 Presupuesto de muro en voladizo

### Presupuesto

Presupuesto	0201058	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000	
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000	
Ciente	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		Costo al
Lugar	PASCO - PASCO - HUAYLLAY		16/05/2019

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MURO EN VOLADIZO				473,780.12
01.01	OBRAS PRELIMINARES				3,267.34
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	km	2.00	1,633.67	3,267.34
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				94,607.13
01.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	1,517.80	30.20	45,837.56
01.02.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	991.05	35.15	34,835.41
01.02.03	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS	m3	991.05	14.06	13,934.16
01.03	CONCRETO SIMPLE				5,519.59
01.03.01	CONCRETO CLASE I (FC = 100 KG/CM2)	m3	21.23	259.99	5,519.59
01.04	CONCRETO ARMADO				230,712.24
01.04.01	CONCRETO CLASE D (FC = 210 KG/CM2)	m3	247.36	315.91	78,143.50
01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	782.18	89.21	69,778.28
01.04.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2	kg	14,654.50	4.77	69,901.97
01.04.04	TUBO DE PVC-SAP, D=2"	m	25.28	12.82	324.09
01.04.05	GEOCOMPUESTO DE DRENAJE	m2	334.88	34.91	11,690.66
01.04.06	JUNTA PARA MUROS	m2	79.00	11.06	873.74
01.05	DRENAJE				1,516.74
01.05.01	TUBERIA HDPE 4"	m	5.45	17.31	94.34
01.05.02	TUBERIA HDPE 4" (PERFORADA)	m	80.00	17.78	1,422.40
01.06	TRANSPORTE				131,964.46
01.06.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<= 1KM	m3-k	872.12	11.17	9,741.58
01.06.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D> 1KM	m3-k	11,436.70	3.73	42,658.89
01.06.03	TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA D<= 1KM	m3-k	1,335.66	11.55	15,426.87
01.06.04	TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA D> 1KM	m3-k	16,572.90	3.87	64,137.12
01.07	PROTECCIÓN AMBIENTAL				6,192.62
01.07.01	CONFORMACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE EN DME	m3	1,517.80	4.08	6,192.62
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>473,780.12</b>
	<b>GASTOS GENERALES (15%)</b>				<b>71,067.02</b>
	<b>UTILIDAD (10%)</b>				<b>47,378.01</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>592,225.15</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>106,600.53</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>698,825.68</b>

SON: SEISCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS VEINTICINCO Y 68/100 NUEVOS SOLES

## Anexo N° 20 Presupuesto de muro de gravedad

S10

Página

1

### Presupuesto

Presupuesto **0201059 ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000**

Subpresupuesto **001 ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000**

Cliente **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO** Costo al **16/05/2019**

Lugar **PASCO - PASCO - HUAYLLAY**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	MURO DE GRAVEDAD				332,701.39
01.01	OBRAS PRELIMINARES				3,267.34
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	km	2.00	1,633.67	3,267.34
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				72,199.15
01.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	1,199.15	30.20	36,214.33
01.02.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	731.25	35.15	25,703.44
01.02.03	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS	m3	731.25	14.06	10,281.38
01.03	CONCRETO ARMADO				149,010.09
01.03.01	CONCRETO CLASE E (F'c = 175 KG/CM2)	m3	434.75	287.95	125,186.26
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	104.05	89.21	9,282.30
01.03.03	TUBO DE PVC-SAP, D=2"	m	81.10	12.82	1,039.70
01.03.04	GEOCOMPUESTO DE DRENAJE	m2	363.00	34.91	12,672.33
01.03.05	JUNTA PARA MUROS	m2	75.00	11.06	829.50
01.04	DRENAJE				1,808.41
01.04.01	TUBERIA HDPE 4"	m	22.30	17.31	386.01
01.04.02	TUBERIA HDPE CORRUGADA 4"	m	80.00	17.78	1,422.40
01.05	TRANSPORTE				101,523.87
01.05.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<= 1KM	m3-k	643.50	11.17	7,187.90
01.05.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D> 1KM	m3-k	8,438.60	3.73	31,475.98
01.05.03	TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA D<= 1KM	m3-k	1,055.25	11.55	12,188.14
01.05.04	TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA D> 1KM	m3-k	13,093.50	3.87	50,671.85
01.06	PROTECCIÓN AMBIENTAL				4,892.53
01.06.01	CONFORMACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE EN DME	m3	1,199.15	4.08	4,892.53
	COSTO DIRECTO				332,701.39
	GASTOS GENERALES (15%)				49,905.21
	UTILIDAD (10%)				33,270.14
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>415,876.74</b>
	IGV (18%)				74,857.81
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>490,734.55</b>

SON: CUATROCIENTOS NOVENTA MIL SETECIENTOS TREINTA Y CUATRO Y 55/100 NUEVOS SOLES

## Anexo N° 21 Análisis de precios unitarios Muro en voladizo 1/5

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201058	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000					Fecha	16/05/2019
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000						
<b>Partida</b>	<b>01.01.01</b>	<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>						<b>1,633.67</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>km/DIA</b>	<b>MO. 1.0000</b>	<b>EQ. 1.0000</b>			<b>Costo unitario directo por : km</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
014700032	TOPOGRAFO		hh	1.0000	8.0000	25.16	201.28	
014700037	NIVELADOR		hh	1.0000	8.0000	21.88	175.04	
014701004	PEON		hh	2.0000	16.0000	15.79	252.64	
014701014	AYUDANTE TOPOGRAFIA		hh	3.0000	24.0000	15.79	378.96	
014701016	AYUDANTE NIVELADOR		hh	2.0000	16.0000	15.79	252.64	
							<b>1,260.56</b>	
	<b>Materiales</b>							
020201022	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS		kg		0.3000	3.88	1.16	
020302003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		0.0643	2.56	0.16	
024304000	MADERA TORNILLO		p2		0.9003	6.40	5.76	
024501002	TRIPLAY DE 18 mm PARA ENCOFRADO		pl		0.0969	122.97	11.92	
025424002	PINTURA ESMALTE		gal		0.1871	56.88	10.64	
025602098	PLACAS DE BROCE		u		1.0000	65.00	65.00	
							<b>94.64</b>	
	<b>Equipos</b>							
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1,260.56	63.03	
034919006	NIVEL TOPOGRAFICO		hm	1.0000	8.0000	7.00	56.00	
034988020	ESTACION TOTAL		hm	1.0000	8.0000	17.00	136.00	
							<b>255.03</b>	
	<b>Subpartidas</b>							
910313010209	MONUMENTACION		u		1.0000	23.44	23.44	
							<b>23.44</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.02.01</b>	<b>EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS</b>						<b>30.20</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 50.0000</b>	<b>EQ. 50.0000</b>			<b>Costo unitario directo por : m3</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
014701003	OFICIAL		hh	1.0000	0.1600	17.52	2.80	
014701004	PEON		hh	2.0000	0.3200	15.79	5.05	
014701031	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0800	28.44	2.28	
							<b>10.13</b>	
	<b>Equipos</b>							
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	10.13	0.51	
910312020151	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3		hm	1.0000	0.1600	122.23	19.56	
							<b>20.07</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.02.02</b>	<b>RELLENO PARA ESTRUCTURAS</b>						<b>35.15</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 50.0000</b>	<b>EQ. 50.0000</b>			<b>Costo unitario directo por : m3</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
014701003	OFICIAL		hh	1.0000	0.1600	17.52	2.80	
014701004	PEON		hh	4.0000	0.6400	15.79	10.11	
014701031	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0160	28.44	0.46	
							<b>13.37</b>	
	<b>Equipos</b>							
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	13.37	0.67	
910312020110	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP		hm	2.0000	0.3200	56.49	18.08	
							<b>18.75</b>	
	<b>Subpartidas</b>							
910304110101	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.2000	15.14	3.03	
							<b>3.03</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.02.03</b>	<b>MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS</b>						<b>14.06</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 1.0000</b>	<b>EQ. 1.0000</b>			<b>Costo unitario directo por : m3</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Subpartidas</b>							
910308010102	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)		m3		1.1500	6.17	7.10	
910308010118	ZARANDEO ESTATICO		m3		1.1500	6.05	6.96	
							<b>14.06</b>	

Anexo N° 22 Análisis de precios unitarios Muro en voladizo 2/5

810

Página : 2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201058	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000	Fecha	16/05/2019
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000		

Partida	01.03.01	CONCRETO CLASE I (FC = 100 KG/CM2)					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000		Costo unitario directo por: m3		259.99
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	2.0000	0.8889	21.88	19.45
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.8889	17.52	15.57
0147010004	PEON		hh	4.0000	1.7778	15.79	28.07
0147010031	CAPATAZ		hh	0.5000	0.2222	28.44	6.32
	<b>69.41</b>						
	<b>Materiales</b>						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bs		6.0000	18.64	111.84
0230190000	CURADOR DE CONCRETO		gal		0.2100	9.17	1.93
0230520007	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE		kg		0.3800	18.71	7.11
	<b>120.88</b>						
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	69.41	3.47
0349070053	MEZCLADORA 18 HP		hm	1.0000	0.4444	10.62	4.72
910312020123	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"		hm	1.0000	0.4444	7.16	3.18
	<b>11.37</b>						
	<b>Subpartidas</b>						
910304110101	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.1800	15.14	2.73
910308010128	PIEDRA CHANCADA		m3		0.7500	58.23	43.67
910308010130	ARENA ZARANDEADA		m3		0.5000	23.85	11.93
	<b>58.33</b>						

Partida	01.04.01	CONCRETO CLASE D (FC = 210 KG/CM2)					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000		Costo unitario directo por: m3		315.91
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	2.0000	0.8889	21.88	19.45
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.8889	17.52	15.57
0147010004	PEON		hh	4.0000	1.7778	15.79	28.07
0147010031	CAPATAZ		hh	0.5000	0.2222	28.44	6.32
	<b>69.41</b>						
	<b>Materiales</b>						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bs		9.0000	18.64	167.76
0230190000	CURADOR DE CONCRETO		gal		0.2100	9.17	1.93
0230520007	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE		kg		0.3800	18.71	7.11
	<b>176.80</b>						
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	69.41	3.47
0349070053	MEZCLADORA 18 HP		hm	1.0000	0.4444	10.62	4.72
910312020123	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"		hm	1.0000	0.4444	7.16	3.18
	<b>11.37</b>						
	<b>Subpartidas</b>						
910304110101	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.1800	15.14	2.73
910308010128	PIEDRA CHANCADA		m3		0.7500	58.23	43.67
910308010130	ARENA ZARANDEADA		m3		0.5000	23.85	11.93
	<b>58.33</b>						

Anexo N° 23 Análisis de precios unitarios Muro en voladizo 3/5

010

Fecha:

3

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201058	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000				Fecha	16/05/2019
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000					
Partida	01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EO. 12.0000			Costo unitario directo por : m2	89.21
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
014701002	OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	21.88	14.59
014701003	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	17.52	11.68
014701004	PEON		hh	2.0000	1.3333	15.79	21.05
0147010031	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0667	28.44	1.90
							49.22
	<b>Materiales</b>						
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8		kg		0.2000	3.15	0.63
0202010023	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.2000	3.88	0.78
0230060029	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		gal		0.0600	121.34	7.28
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		2.2000	6.40	14.08
0245010003	TRIPLAY DE 19 mm		pl		0.1200	122.97	14.76
							37.53
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	49.22	2.46
							2.46
Partida	01.04.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EO. 250.0000			Costo unitario directo por : kg	4.77
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
014701002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	21.88	0.70
014701003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	17.52	0.56
014701004	PEON		hh	1.0000	0.0320	15.79	0.51
0147010031	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0032	28.44	0.09
							1.86
	<b>Materiales</b>						
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16		kg		0.0500	2.67	0.13
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0500	2.56	2.69
							2.82
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.86	0.09
							0.09
Partida	01.04.04	TUBO DE PVC-SAP, D=2"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 120.0000	EO. 120.0000			Costo unitario directo por : m	12.82
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
014701003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0667	17.52	1.17
014701004	PEON		hh	1.0000	0.0667	15.79	1.05
0147010031	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0067	28.44	0.19
							2.41
	<b>Materiales</b>						
0230170013	ACCESORIOS Y PEGAMENTO		%MT		10.0000	9.35	0.94
0272000120	TUBERIA PVC S.P C-10 D= 2"		m		1.0500	8.90	9.35
							10.29
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	2.41	0.12
							0.12

Anexo N° 24 Análisis de precios unitarios Muro en voladizo 4/5

810

Página :

4

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201058	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000					Fecha	16/05/2019
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000						
Partida	01.04.05	GEOCOMPUESTO DE DRENAJE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000		Costo unitario directo por : m2		34.91	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	21.88	0.88		
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0800	15.79	1.26		
0147010031	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	28.44	0.11		
						2.25		
<b>Materiales</b>								
0230170011	ACCESORIOS	%MT		5.0000	31.00	1.55		
0231810003	GEOCOMPUESTO DE DRENAJE	m2		1.1000	28.18	31.00		
						32.55		
<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.25	0.11		
						0.11		
Partida	01.04.06	JUNTA PARA MUROS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000		Costo unitario directo por : m2		11.06	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2000	17.52	3.50		
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.2000	15.79	3.16		
0147010031	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0200	28.44	0.57		
						7.23		
<b>Materiales</b>								
0239020095	POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 1"	m2		1.0000	3.47	3.47		
						3.47		
<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7.23	0.36		
						0.36		
Partida	01.05.01	TUBERIA HDPE 4"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 90.0000	EQ. 90.0000		Costo unitario directo por : m		17.31	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0889	21.88	1.95		
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0889	15.79	1.40		
0147010031	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0089	28.44	0.25		
						3.60		
<b>Materiales</b>								
0230170011	ACCESORIOS	%MT		10.0000	12.30	1.23		
0251070004	TUBO CORRUGADO HDPE Ø4"	m		1.0500	11.71	12.30		
						13.53		
<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.60	0.18		
						0.18		
Partida	01.05.02	TUBERIA HDPE 4" (PERFORADA)						
Rendimiento	m/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000		Costo unitario directo por : m		17.78	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	21.88	2.19		
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1000	15.79	1.58		
0147010031	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	28.44	0.28		
						4.05		
<b>Materiales</b>								
0230170011	ACCESORIOS	%MT		10.0000	12.30	1.23		
0251070004	TUBO CORRUGADO HDPE Ø4"	m		1.0500	11.71	12.30		
						13.53		
<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.05	0.20		
						0.20		

Anexo N° 25 Análisis de precios unitarios Muro en voladizo 5/5

810

Página : 5

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201058	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000					Fecha	16/05/2019
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000						
Partida	01.06.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<= 1KM						
Rendimiento	m3-h/DIA	MO. 266.0000	EQ. 266.0000	Costo unitario directo por : m3-k			11.17	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010003	OFICIAL	hh	0.2642	0.0079	17.52	0.14	0.14	
	<b>Equipos</b>							
910312020102	CAMION VOLQUETE (C3)	hm	1.0000	0.0301	291.26	8.77	8.77	
910312020105	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 yd3	hm	0.2642	0.0079	286.69	2.26	2.26	
							11.03	
Partida	01.06.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D> 1KM						
Rendimiento	m3-h/DIA	MO. 626.0000	EQ. 626.0000	Costo unitario directo por : m3-k			3.73	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Equipos</b>							
910312020102	CAMION VOLQUETE (C3)	hm	1.0000	0.0128	291.26	3.73	3.73	
Partida	01.06.03	TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA D<= 1KM						
Rendimiento	m3-h/DIA	MO. 255.0000	EQ. 255.0000	Costo unitario directo por : m3-k			11.55	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010003	OFICIAL	hh	0.2532	0.0079	17.52	0.14	0.14	
	<b>Equipos</b>							
910312020102	CAMION VOLQUETE (C3)	hm	1.0000	0.0314	291.26	9.15	9.15	
910312020105	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 yd3	hm	0.2532	0.0079	286.69	2.26	2.26	
							11.41	
Partida	01.06.04	TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA D> 1KM						
Rendimiento	m3-h/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m3-k			3.87	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Equipos</b>							
910312020102	CAMION VOLQUETE (C3)	hm	1.0000	0.0133	291.26	3.87	3.87	
Partida	01.07.01	CONFORMACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE EN DME						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 840.0000	EQ. 840.0000	Costo unitario directo por : m3			4.08	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0095	15.79	0.15	0.15	
0147010031	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0010	28.44	0.03	0.03	
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.18	0.01	0.01	
910312020125	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0095	409.34	3.89	3.89	
							3.90	

Anexo N° 26 Análisis de precios unitarios Muro de gravedad 1/4

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201059	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000					Fecha	16/05/2019
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000						
Partida	01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	km/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000			Costo unitario directo por: km	1,633.67	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			<b>Mano de Obra</b>					
014700032	TOPOGRAFO		hh	1.0000	8.0000	25.16	201.28	
014700037	NIVELADOR		hh	1.0000	8.0000	21.88	175.04	
014701004	PEON		hh	2.0000	16.0000	15.79	252.64	
014701014	AYUDANTE TOPOGRAFIA		hh	3.0000	24.0000	15.79	378.96	
014701015	AYUDANTE NIVELADOR		hh	2.0000	16.0000	15.79	252.64	
							1,260.56	
			<b>Materiales</b>					
020201002	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS		kg		0.3000	3.88	1.16	
020302003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/m2 GRADO 60		kg		0.0643	2.56	0.16	
024304000	MADERA TORNILLO		p2		0.9003	6.40	5.76	
024501002	TRIPLAY DE 18 mm PARA ENCOFRADO		pl		0.0969	122.97	11.92	
025424002	PINTURA ESMALTE		gal		0.1871	56.88	10.64	
025602098	PLACAS DE BROCE		u		1.0000	65.00	65.00	
							94.64	
			<b>Equipos</b>					
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1,260.56	63.03	
0349190006	NIVEL TOPOGRAFICO		hm	1.0000	8.0000	7.00	56.00	
0349680020	ESTACION TOTAL		hm	1.0000	8.0000	17.00	136.00	
							255.03	
			<b>Subpartidas</b>					
910313010209	MONUMENTACION		u		1.0000	23.44	23.44	
							23.44	
Partida	01.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EO. 50.0000			Costo unitario directo por: m3	30.20	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			<b>Mano de Obra</b>					
014701003	OFICIAL		hh	1.0000	0.1600	17.52	2.80	
014701004	PEON		hh	2.0000	0.3200	15.79	5.05	
0147010031	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0800	28.44	2.28	
							10.13	
			<b>Equipos</b>					
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	10.13	0.51	
910312020151	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3		hm	1.0000	0.1600	122.23	19.56	
							20.07	
Partida	01.02.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EO. 50.0000			Costo unitario directo por: m3	35.15	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			<b>Mano de Obra</b>					
014701003	OFICIAL		hh	1.0000	0.1600	17.52	2.80	
014701004	PEON		hh	4.0000	0.6400	15.79	10.11	
0147010031	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0160	28.44	0.46	
							13.37	
			<b>Equipos</b>					
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	13.37	0.67	
910312020110	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP		hm	2.0000	0.3200	56.49	18.08	
							18.75	
			<b>Subpartidas</b>					
910304110101	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.2000	15.14	3.03	
							3.03	
Partida	01.02.03	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000			Costo unitario directo por: m3	14.06	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			<b>Subpartidas</b>					
910308010102	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)		m3		1.1500	6.17	7.10	
910308010118	ZARANDEO ESTATICO		m3		1.1500	6.05	6.96	
							14.06	

Anexo N° 27 Análisis de precios unitarios Muro de gravedad 2/4

010

Página :

2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201059	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000	Fecha	16/05/2019
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000		

Partida	01.03.01	CONCRETO CLASE E (FC = 175 KG/CM2)					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000		Costo unitario directo por : m3		287.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8889	21.88	19.45	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8889	17.52	15.57	
0147010004	PEON	hh	4.0000	1.7778	15.79	28.07	
0147010031	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	28.44	6.32	
						<b>69.41</b>	
<b>Materiales</b>							
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bs		7.5000	18.64	139.80	
0230190000	CURADOR DE CONCRETO	gel		0.2100	9.17	1.93	
0230520007	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg		0.3800	18.71	7.11	
						<b>148.84</b>	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	69.41	3.47	
0349070053	MEZCLADORA 18 HP	hm	1.0000	0.4444	10.62	4.72	
910312020123	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.4444	7.16	3.18	
						<b>11.37</b>	
<b>Subpartidas</b>							
910304110101	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1800	15.14	2.73	
910308010128	PIEDRA CHANCADA	m3		0.7500	58.23	43.67	
910308010130	ARENA ZARANDADA	m3		0.5000	23.85	11.93	
						<b>58.33</b>	

Partida	01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000		Costo unitario directo por : m2		89.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.88	14.59	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.52	11.68	
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.3333	15.79	21.05	
0147010031	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	28.44	1.90	
						<b>49.22</b>	
<b>Materiales</b>							
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.2000	3.15	0.63	
0202010023	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	3.88	0.78	
0230060029	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gel		0.0600	121.34	7.28	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		2.2000	6.40	14.08	
0245010003	TRIPLAY DE 19 mm	pl		0.1200	122.97	14.75	
						<b>37.53</b>	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	49.22	2.46	
						<b>2.46</b>	

Partida	01.03.03	TUBO DE PVC-SAP, D=2"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000		Costo unitario directo por : m		12.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	17.52	1.17	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0667	15.79	1.05	
0147010031	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	28.44	0.19	
						<b>2.41</b>	
<b>Materiales</b>							
0230170013	ACCESORIOS Y PEGAMENTO	%MT		10.0000	9.35	0.94	
0272000120	TUBERIA PVC S.P.C-10 D= 2"	m		1.0500	8.90	9.35	
						<b>10.29</b>	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.41	0.12	
						<b>0.12</b>	

Anexo N° 28 Análisis de precios unitarios Muro de gravedad 3/4

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201059	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000					Fecha	16/05/2019
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000						
Partida	01.03.04	GEOCOMPUESTO DE DRENAJE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000			Costo unitario directo por : m2	34.91	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0400	21.88	0.88	
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0800	15.79	1.25	
0147010031	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0040	28.44	0.11	
							2.25	
	<b>Materiales</b>							
0230170011	ACCESORIOS		%MT		5.0000	31.00	1.55	
0231810003	GEOCOMPUESTO DE DRENAJE		m2		1.1000	28.18	31.00	
							32.55	
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	2.25	0.11	
							0.11	
Partida	01.03.05	JUNTA PARA MUROS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000			Costo unitario directo por : m2	11.06	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.2000	17.52	3.50	
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.2000	15.79	3.16	
0147010031	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0200	28.44	0.57	
							7.23	
	<b>Materiales</b>							
0239020095	POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 1"		m2		1.0000	3.47	3.47	
							3.47	
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	7.23	0.36	
							0.36	
Partida	01.04.01	TUBERIA HDPE 4"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 90.0000	EQ. 90.0000			Costo unitario directo por : m	17.31	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0889	21.88	1.95	
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.0889	15.79	1.40	
0147010031	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0089	28.44	0.25	
							3.60	
	<b>Materiales</b>							
0230170011	ACCESORIOS		%MT		10.0000	12.30	1.23	
0251070004	TUBO CORRUGADO HDPE 04"		m		1.0500	11.71	12.30	
							13.53	
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	3.60	0.18	
							0.18	
Partida	01.04.02	TUBERIA HDPE CORRUGADA 4"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000			Costo unitario directo por : m	17.78	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.1000	21.88	2.19	
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.1000	15.79	1.58	
0147010031	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0100	28.44	0.28	
							4.05	
	<b>Materiales</b>							
0230170011	ACCESORIOS		%MT		10.0000	12.30	1.23	
0251070004	TUBO CORRUGADO HDPE 04"		m		1.0500	11.71	12.30	
							13.53	
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	4.05	0.20	
							0.20	

Anexo N° 29 Análisis de precios unitarios Muro de gravedad 4/4

010

Página :

4

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201059	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000		
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000	Fecha	16/05/2019

Partida	01.05.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<= 1KM					
Rendimiento	m3-h/DIA	MO. 266.0000	EO. 266.0000		Costo unitario directo por : m3-k		11.17
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Parcial \$/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0147010003	OFICIAL			hh	0.2642	0.0079	0.14
							0.14
		<b>Equipos</b>					
910312020102	CAMION VOLQUETE (C3)			hm	1.0000	0.0301	8.77
910312020105	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 yd3			hm	0.2642	0.0079	2.26
							11.03
Partida	01.05.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D> 1KM					
Rendimiento	m3-h/DIA	MO. 626.0000	EO. 626.0000		Costo unitario directo por : m3-k		3.73
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Parcial \$/.
		<b>Equipos</b>					
910312020102	CAMION VOLQUETE (C3)			hm	1.0000	0.0128	3.73
							3.73
Partida	01.05.03	TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA D<= 1KM					
Rendimiento	m3-h/DIA	MO. 255.0000	EO. 255.0000		Costo unitario directo por : m3-k		11.55
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Parcial \$/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0147010003	OFICIAL			hh	0.2532	0.0079	0.14
							0.14
		<b>Equipos</b>					
910312020102	CAMION VOLQUETE (C3)			hm	1.0000	0.0314	9.15
910312020105	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 yd3			hm	0.2532	0.0079	2.26
							11.41
Partida	01.05.04	TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA D> 1KM					
Rendimiento	m3-h/DIA	MO. 600.0000	EO. 600.0000		Costo unitario directo por : m3-k		3.87
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Parcial \$/.
		<b>Equipos</b>					
910312020102	CAMION VOLQUETE (C3)			hm	1.0000	0.0133	3.87
							3.87
Partida	01.06.01	CONFORMACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE EN DME					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 840.0000	EO. 840.0000		Costo unitario directo por : m3		4.08
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Parcial \$/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.0095	0.15
0147010031	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0010	0.03
							0.18
		<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	0.01
910312020125	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP			hm	1.0000	0.0095	3.89
							3.90

Anexo N° 30 Cantidades de recursos- muro en voladizo

510

Página : 1

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0201058	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000
Subpresupuesto	001	ANALISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCION PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS
Fecha	01/05/2019	
Lugar	190104	PASCO - PASCO - HUAYLLAY

Codigo	Recurso	Unidad	Cantidad	Prelo \$/.	Paroal \$/.
<b>MANO DE OBRA</b>					
0147000032	TOPOGRAFO	hh	16.0000	25.16	402.56
0147000037	NIVELADOR	hh	16.0000	21.88	350.08
0147010002	OPERARIO	hh	1,252.0527	21.88	27,394.91
0147010003	OFICIAL	hh	1,692.2854	17.52	29,648.84
0147010004	PEON	hh	3,395.9525	15.79	53,622.09
0147010031	CAPATAZ	hh	316.4849	28.44	9,000.83
0147010104	AYUDANTE TOPOGRAFIA	hh	48.0000	15.79	757.92
0147010105	AYUDANTE NIVELADOR	hh	32.0000	15.79	505.28
0147010106	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	317.1360	20.39	6,466.40
0147010107	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	792.5350	21.88	17,340.67
					<b>145,489.58</b>
<b>MATERIALES</b>					
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kq	732.7250	2.67	1,966.38
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kq	156.4360	3.15	492.77
0202010022	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg	0.6000	3.88	2.33
0202010023	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	156.4360	3.88	606.97
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	15,387.3536	2.56	39,391.63
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	2,353.9437	18.64	43,877.51
0230060029	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	qel	46.9308	121.34	5,694.58
0230150063	CANON POR USO DE CANTERAS	m3	147.7639	4.96	733.01
0230170011	ACCESORIOS	%MT			634.16
0230170013	ACCESORIOS Y PEGAMENTO	%MT			23.64
0230190000	CURADOR DE CONCRETO	gal	56.4039	9.17	517.22
0230520007	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kq	102.0642	18.71	1,909.62
0231810003	GEOCOMPUSTO DE DRENAJE	m2	368.3680	28.18	10,380.61
0239020095	POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 1"	m2	79.0000	3.47	274.13
0243040000	MADERA TORNILLO	p2	1,722.5963	6.40	11,024.61
0245010002	TRIPLAY DE 18 mm PARA ENCOFRADO	pl	0.1938	122.97	23.83
0245010003	TRIPLAY DE 19 mm	pl	93.8616	122.97	11,542.16
0251070004	TUBO CORRUGADO HDPE Ø4"	m	89.7225	11.71	1,050.65
0253000002	PETROLEO DIESEL # 2	qel	5,312.9250	16.06	85,325.58
0253000008	GASOLINA	qel	121.6342	7.77	945.10
0254240002	PINTURA ESMALTE	qel	0.3742	56.88	21.28
0256020098	PLACAS DE BROCE	u	2.0000	65.00	130.00
0272000120	TUBERIA PVC S.P C-10 D= 2"	m	26.5440	8.90	236.24
					<b>216,784.01</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			6,057.05
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 145 - 165 HP	hm	18.6177	84.01	1,564.07
0348040036	CAMION VOLQUETE C3	hm	439.0019	128.21	56,284.43
0348040041	CAMION VOLQUETE DE 15m3	hm	2.4720	167.78	414.75
0348080005	MOTOBOMBA 7-10 HP 3-4"	hm	18.6177	3.55	66.09
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	317.1360	33.77	10,709.68
0349040012	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 yd3	hm	39.8129	158.81	6,322.69
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	29.4125	263.80	7,759.02
0349040093	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-1.4 Y3	hm	3.7170	251.77	935.83
0349040114	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3	hm	242.8480	52.17	12,669.38
0349040118	CARGADOR FRONTAL CAT 966F - 220HP	hm	1.9347	265.25	513.18
0349040119	EXCAVADORA SOBRE ORUGA CAT 330-222HP	hm	1.6927	376.13	636.68
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	119.3614	5.92	706.62
0349070053	MEZCLADORA 18 HP	hm	119.3614	10.62	1,267.62
0349080010	ZARANDA VIBRATORIA 4" X 6" X 14" MOTOR ELECTRICO 15 HP	hm	11.0672	55.02	608.92
0349080097	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA 46 - 70 ton/h	hm	8.0845	268.39	2,169.80
0349080098	ZARANDA ESTATICA	hm	18.2353	10.00	182.35
0349150000	GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW	hm	11.0671	148.93	1,648.22
0349150002	GRUPO ELECTROGENO 140 HP 90 KW	hm	8.0843	41.87	338.49
0349180000	FAJA TRANSPORTADORA 15" X 4' MOTOR ELECTRICO 3 KW 150 ton/h	hm	40.4496	6.78	274.25
0349190006	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	16.0000	7.00	112.00
0349880020	ESTACION TOTAL	hm	16.0000	17.00	272.00
					<b>111,513.12</b>
<b>Total</b>				<b>\$/.</b>	<b>473,786.71</b>

## Anexo N° 31 Cantidades de recursos- muro de gravedad

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo						
Obrs	0201059	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS DE LA CARRETERA CANTA- HUAYLLAY KM 1+920 AL 2+000				
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES INFERIORES DE PLATAFORMAS				
Fecha	01/05/2019					
Lugar	190104	PASCO - PASCO - HUAYLLAY				
Código	Recurso		Unidad	Cantidad	Prelo \$/.	Paroial \$/.
<b>MANO DE OBRA</b>						
0147000032	TOPOGRAFO		hh	16.0000	25.16	402.56
0147000037	NIVELADOR		hh	16.0000	21.88	350.08
0147010002	OPERARIO		hh	481.3222	21.88	10,531.33
0147010003	OFICIAL		hh	828.2235	17.52	14,510.48
0147010004	PEON		hh	2,064.2735	15.79	32,594.88
0147010031	CAPATAZ		hh	231.7214	28.44	6,590.16
0147010104	AYUDANTE TOPOGRAFIA		hh	48.0000	15.79	757.92
0147010105	AYUDANTE NIVELADOR		hh	32.0000	15.79	505.28
0147010106	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO		hh	234.0000	20.39	4,771.26
0147010107	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	642.5434	21.88	14,058.85
						85,072.80
<b>MATERIALES</b>						
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8		kg	20.8100	3.15	65.55
0202010022	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS		kg	0.6000	3.88	2.33
0202010023	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	20.8100	3.88	80.74
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60		kg	0.1286	2.56	0.33
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		ts	3,260.9490	18.64	60,784.09
0230060029	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		gal	6.2430	121.34	757.53
0230150083	CANON POR USO DE CANTERAS		m3	239.1719	4.96	1,186.29
0230170011	ACCESORIOS		%MT			688.48
0230170013	ACCESORIOS Y PEGAMENTO		%MT			75.83
0230190000	CURADOR DE CONCRETO		gal	91.2975	9.17	837.20
0230520007	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE		kg	165.2050	18.71	3,090.99
0231810003	GEOCOMPUSTO DE DRENAJE		m2	399.3000	28.18	11,252.27
0239020095	POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 1"		m2	75.0000	3.47	260.25
0243040000	MADERA TORNILLO		p2	230.7094	6.40	1,476.54
0245010002	TRIPLAY DE 18 mm PARA ENCOFRADO		pl	0.1938	122.97	23.83
0245010003	TRIPLAY DE 19 mm		pl	12.4860	122.97	1,535.40
0251070004	TUBO CORRUGADO HDPE Ø4"		m	107.4150	11.71	1,257.83
0253000002	PETROLEO DIESEL # 2		gal	4,295.9969	16.06	68,993.71
0253000008	GASOLINA		gal	107.8459	7.77	837.96
0254240002	PINTURA ESMALTE		gal	0.3742	56.88	21.28
0256020098	PLACAS DE BRODCE		u	2.0000	65.00	130.00
0272000120	TUBERIA PVC S.P C-10 D= 2"		m	85.1550	8.90	757.88
						154,116.31
<b>EQUIPOS</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			3,287.58
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 145 - 165 HP		hm	16.9545	84.01	1,424.35
0348040036	CAMION VOLQUETE C3		hm	341.1398	128.21	43,737.53
0348040041	CAMION VOLQUETE DE 15m3		hm	4.0007	167.78	671.24
0348080005	MOTOBOMBA 7-10 HP 3-4"		hm	16.9545	3.55	60.19
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP		hm	234.0000	33.77	7,902.18
0349040012	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 yd3		hm	33.5703	158.81	5,331.30
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	24.7496	263.80	6,528.94
0349040093	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-1.4 Y3		hm	3.3103	251.77	833.43
0349040114	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3		hm	191.8640	52.17	10,009.54
0349040118	CARGADOR FRONTAL CAT 966F - 220HP		hm	3.1310	265.25	830.50
0349040119	EXCAVADORA SOBRE ORUGA CAT 330-222HP		hm	2.7395	376.13	1,030.41
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"		hm	193.2029	5.92	1,143.76
0349070053	MEZCLADORA 18 HP		hm	193.2029	10.62	2,051.81
0349080010	ZARANDA VIBRATORIA 4" X 6" X 14" MOTOR ELECTRICO 15 HP		hm	17.9129	55.02	985.57
0349080097	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA 45 - 70 ton/h		hm	13.0860	268.39	3,512.15
0349080098	ZARANDA ESTATICA		hm	13.4550	10.00	134.55
0349150000	GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW		hm	17.9129	148.93	2,667.77
0349150002	GRUPO ELECTROGENO 140 HP 90 KW		hm	13.0860	41.87	547.91
0349180000	FAJA TRANSPORTADORA 18" X 4' MOTOR ELECTRICO 3 KW 150 ton/h		hm	65.4734	6.78	443.91
0349190006	NIVEL TOPOGRAFICO		hm	16.0000	7.00	112.00
0349880020	ESTACION TOTAL		hm	16.0000	17.00	272.00
						93,518.62
					Total \$/.	332,707.73