



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS Y MODELAMIENTO EN MUROS DE  
CONTENCIÓN DE CONCRETO ARMADO, MEDIANTE EL  
USO DEL PROGRAMA PLAXIS 2D EN LA CARRETERA  
HV-101 KM. 28 + 950 SALCABAMBA – HUANCABELICA  
- PERÚ**



**PRESENTADA POR  
JEY DAY MAMANI BARRIGA  
JHON RIVERA ZAMORA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**LIMA – PERÚ**

**2018**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

La autora sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS Y MODELAMIENTO EN MUROS DE CONTENCIÓN  
DE CONCRETO ARMADO, MEDIANTE EL USO DEL  
PROGRAMA PLAXIS 2D EN LA CARRETERA HV-101  
KM.28+950 SALCABAMBA – HUANCABELICA - PERÚ**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR**

**MAMANI BARRIGA, JEY DAY  
RIVERA ZAMORA, JHON**

**LIMA – PERÚ**

**2018**

Dedico la presente tesis a Dios, a mis padres: Elías y Nancy, por su esfuerzo y apoyo incondicional, para poder realizarme como persona y profesional. A mis hermanos que en todo momento me ayudaron y estuvieron presentes en este camino para lograr el título profesional.

**Jey Day Mamani Barriga**

La presente tesis se la dedico a mi madre, por su amor, trabajo, sacrificio en todos estos años y apoyo incondicional a lo largo de mi formación como persona y profesional.

A mi hermana que siempre ha estado junto a mí brindándome su apoyo. A mis tíos, José y Clara, quienes fueron una pieza fundamental para llegar hasta este punto.

**Jhon Rivera Zamora**

Expresamos nuestro agradecimiento al Dr. Luis García Castillo, por ser nuestro guía para el desarrollo de la presente tesis, de la misma manera que a los ingenieros, Ernesto Villar Gallardo y Armando Navarro Peña, por ser partícipes de este proyecto.

A nuestra casa de estudio la Universidad de San Martín de Porres y a su plana docente.

## ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	X
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIV
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción de la Situación Problemática	1
1.2. Formulación del Problema	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Justificación	4
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
2.1. Antecedentes	6
2.2. Antecedentes de la Investigación	7
2.3. Bases Teóricas	9
2.4. Definición de Términos Básicos	29
2.5. Formulación de la Hipótesis	31
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>	<b>32</b>

3.1.	Tipo de Investigación	32
3.2.	Nivel de Investigación	32
3.3.	Diseño de la Investigación	32
3.4.	Variables	33
3.5.	Técnicas de Investigación	35
3.6.	Instrumentos de Recolección de Datos	35
<b>CAPÍTULO IV. PRUEBAS Y RESULTADOS</b>		<b>36</b>
4.1.	Contrastación de la Hipótesis	36
4.2.	Caso de Investigación	37
4.3.	Análisis y Modelamiento del Muro de Contención	37
4.4.	Proceso de Modelamiento	39
4.5.	Entrada (INPUT)	39
4.6.	Salida (OUTPUT)	45
4.7.	Cálculos	48
4.8.	Resultados	53
4.9.	Curvas	59
4.10.	Comprobación de Resultados	60
<b>CAPÍTULO V. DISCUSION Y APLICACIONES</b>		<b>61</b>
CONCLUSIONES		62
RECOMENDACIONES		65
FUENTES DE INFORMACIÓN		67
ANEXOS		70

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 2.1</b> Distribución de Tensiones Verticales Plaxis 2D	7
<b>Figura 2.2</b> Visualización Subprograma Output - Deformed Mesh	8
<b>Figura 2.3</b> Esfuerzo Efectivo Extremo	9
<b>Figura 2.4</b> Tipos de Muros	12
<b>Figura 2.5</b> Muros de Gravedad	14
<b>Figura 2.6</b> Muros de Contención en Voladizo o Cantilever	15
<b>Figura 2.7</b> Muros de Contención con Contrafuertes	16
<b>Figura 2.8</b> Muros de Contención de Sótano	16
<b>Figura 2.9</b> Estribo de Puente	17
<b>Figura 2.10</b> Falla por Volteo en Muros de Contención	18
<b>Figura 2.11</b> Deslizamiento Lateral Muros de Contención	19
<b>Figura 2.12</b> Predimensionamiento de Muros de Contención	20
<b>Figura 2.13</b> Estribo de Puente	21
<b>Figura 2.14</b> Dispositivo para el Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)	23
<b>Figura 2.16</b> Dispositivo para el Ensayo de Corte Directo	25
<b>Figura 2.17</b> Prueba de Permeabilidad bajo Carga Constante	27
<b>Figura 2.18</b> Prueba de Permeabilidad bajo Carga Variable	28

<b>Figura 4.1</b> Diseño Definitivo de Muro de Contención	38
<b>Figura 4.2</b> Creación de Nuevo Proyecto	40
<b>Figura 4.3</b> Condiciones de Contorno del Modelo	40
<b>Figura 4.4</b> Propiedades de los Materiales (Arcilla)	41
<b>Figura 4.5</b> Propiedades de los Materiales (Relleno)	42
<b>Figura 4.6</b> Propiedades de los Materiales (Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )	43
<b>Figura 4.7</b> Lista de Materiales	44
<b>Figura 4.8</b> Modelo General	44
<b>Figura 4.9</b> Interface	45
<b>Figura 4.10</b> Generación de Mallas	46
<b>Figura 4.11</b> Nivel Freático	46
<b>Figura 4.12</b> Presiones Efectivas por Parte del Agua	47
<b>Figura 4.13</b> Tensiones Efectivas	48
<b>Figura 4.14</b> Puntos a Evaluar Sobre la Estructura	48
<b>Figura 4.15</b> Fase Consolidación Excavación	49
<b>Figura 4.16</b> Puntos a Evaluar Sobre la Estructura	49
<b>Figura 4.17</b> Fase Consolidación Muro	50
<b>Figura 4.18</b> Puntos a Evaluar Sobre la Estructura	50
<b>Figura 4.19</b> Fase de Consolidación Relleno	51
<b>Figura 4.20</b> Puntos a Evaluar Sobre la Estructura	51
<b>Figura 4.21</b> Puntos a Evaluar Sobre la Estructura	52
<b>Figura 4.22</b> Ventana de Desplazamientos Totales	53
<b>Figura 4.23</b> Desplazamientos Totales (Arrow)	53
<b>Figura 4.24</b> Desplazamientos Totales (Shadings)	54
<b>Figura 4.25</b> Desplazamientos Verticales Totales (Arrow)	55
<b>Figura 4.26</b> Desplazamientos Verticales Totales (Shadings)	56
<b>Figura 4.27</b> Desplazamientos Horizontales Totales (Arrow)	57

<b>Figura 4.28</b> Desplazamientos Horizontales Totales (Shadings)	58
<b>Figura 4.29</b> Curva de Factor de Seguridad	59
<b>Figura 5.1</b> Plano de Ubicación	77
<b>Figura 5.2</b> Plano Clave	78

## **RESUMEN**

La presente investigación se basó en el análisis y modelamiento de un muro de contención de concreto armado que se construirá en el Km. 28+950 de la carretera departamental HV-101 distrito de Tayacaja, Provincia de Salcabamba, Departamento de Huancavelica. La zona donde se realizará la construcción se encuentra en una falla geológica, esta ocasiona constantes deslizamientos y como consecuencia de los mismos se altera continuamente el tránsito de los ciudadanos y se deja incomunicado a los pueblos cercanos, incluso se ha producido la muerte de algunas personas como consecuencia de esta situación.

Se realizó el análisis y el modelamiento del muro de contención, el diseño estuvo a cargo de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones del departamento de Huancavelica, a través del programa Plaxis 2D, el cual a diferencia del diseño convencional de muros de contención, brindó parámetros adicionales como: el asentamiento del suelo y la deformación del muro de contención, acerca de ellos, en la investigación se verificó que cumplen con las normas correspondientes y el factor de seguridad obtenido del diseño realizado.

Asimismo, para la realización del análisis y el modelamiento se hicieron diversos ensayos de mecánica de suelos para obtener parámetros que son necesarios para la modelación en el programa Plaxis 2D. Se realizó el análisis

y modelamiento del muro de contención, se obtuvieron los asentamientos y deformaciones de acuerdo a lo establecido en la norma y se verificó que el factor de seguridad es mayor al obtenido en el diseño previo realizado manualmente.

Palabras claves: Plaxis 2D, análisis y modelamiento, muros de contención.

## **ABSTRACT**

This investigation was based on the analysis and modeling of a reinforced concrete retaining wall that will be built at Km. 28 + 950 of HV-101 road in Tayacaja district, province of Salcabamba, department of Huancavelica. The area where the construction will be carried out is in a geological fault, this causes constant landslides and as a consequence of them, the transit of citizens is continuously altered and the nearby towns are left incommunicado, even the death of some people has occurred as a consequence of this situation.

The analysis and modeling of the retaining wall was performed, the design of retaining walls was in charge of the Regional Directorate of Transportation and Communications of the department of Huancavelica, this design was made with 2D Plaxis program, which unlike the conventional one, provided additional parameters such as: ground settlement and retaining wall deformation, about them, in this investigation it was verified that they comply with corresponding norms and the safety factor obtained from the design made.

Likewise, for the analysis and modeling, various soil mechanics tests were performed to obtain parameters that are necessary for modeling in the 2D Plaxis program. The analysis and modeling of the retaining wall was

performed, settlements and deformations were obtained in accordance with standard provisions and it was verified that the safety factor is greater than that obtained in the previous design made manually.

Keywords: 2D Plaxis, analysis and modeling, retaining walls

## INTRODUCCIÓN

Según Ninanya K. (2017) “El desarrollo de PLAXIS comenzó en 1987 en la Universidad de El desarrollo de PLAXIS comenzó en 1987 en la Universidad de Tecnología de Delft. El propósito inicial de la empresa que lleva el mismo nombre fue el desarrollar un programa basado en el método de elementos finitos de fácil uso en 2D para el análisis de terraplenes en los suelos blandos de Holanda.” (p.46)

En la presente investigación se desarrolla la modelación de un muro de contención de concreto armado a través del programa Plaxis 2D en su versión 8.5. Recogiendo datos de estudios de mecánica de suelos los cuales fueron fundamentales durante el proceso de elaboración.

Se presenta una propuesta tecnológica que aspira optimizar los procesos del cálculo, en todo tipo de estructuras que existan interacción con el suelo.

Contenido de la tesis:

Capítulo I: Se realiza el planteamiento del problema, tanto los objetivos de la investigación, justificación e importancia.

Capítulo II: Veremos los antecedentes de investigaciones aplicando dicho programa, pero en distintos casos, definiciones de los términos usados en la respectiva tesis y así también la formulación de las hipótesis.

Capítulo III: Se analizará la tipología de la investigación, las técnicas de

investigación en la población y muestra obtenida por los autores y los instrumentos de recolección de datos que se manejaron durante el desarrollo de la misma.

Capítulo IV: Se realizó el procedimiento inicial para el desarrollo de la investigación tales como; la elaboración de estudios de mecánicas de suelos fundamentales y el uso del programa Plaxis 2D en el procedimiento de análisis y modelamiento del muro de contención.

Capítulo V: Se hará referencia a las discusiones predispuestas

## **CAPÍTULO I.**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la Situación Problemática**

El constante crecimiento poblacional y económico del Perú ha generado la necesidad de construir y mejorar innumerables vías de comunicación. Dicha situación conlleva a realizar obras en zonas de alto riesgo tales como laderas de ríos y faldas de cerro, donde la topografía es agreste para su ejecución. A esto se añade que nuestro país se encuentra en una zona altamente sísmica lo cual ante un eventual sismo puede ocurrir deslizamientos en las laderas de los cerros.

Particularmente, en el departamento de Huancavelica, Provincia Tayacaja, Distrito Salcabamba, Sector de Chaquihuaycco ubicado en el Km. 28+950 de la carretera departamental tramo HV-101, se encuentra una falla geológica inestable y con permanentes deslizamientos de material granular lo cual origina accidentes y altera la transitabilidad de la vía departamental.

Ante esta problemática la la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones del departamento de Huancavelica opto por construir un falso túnel sobre el cual el material desprendido del cerro se desliza; dicha solución no fue la más óptima debido a que por los accesos del falso túnel aún se pueden apreciar que hay deslizamientos de material

granular. Debido a esto la la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones del departamento de Huancavelica decidió implementar la construcción de dos muros de contención de concreto armado, estos ubicados en ambos ingresos del falso túnel.

En este sentido la presente tesis tiene como finalidad realizar el modelamiento del muro de contención de concreto armado a través del programa Plaxis 2D para posteriormente realizar el análisis y evaluar parámetros adicionales a los que se tuvo en cuenta al realizar el diseño convencional del muro de contención.

## **1.2. Formulación del Problema**

De lo expuesto anteriormente se plantean las siguientes interrogantes:

### **1.2.1 Problema General**

- ¿Cómo determinar que se cumpla con los parámetros de la norma CE-020 mediante el uso del programa Plaxis 2D en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿Cómo determinar las deformaciones mediante el uso del programa Plaxis 2D en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú?
- ¿Cómo determinar el asentamiento del suelo mediante el uso del programa Plaxis 2D en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú?

- ¿Cómo determinar el factor de seguridad mediante el uso del programa Plaxis 2D en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú?
- ¿Cuál es la incidencia de los estudios de mecánica de suelos para el análisis y modelamiento de muro de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú?

### **1.3. Objetivos**

A continuación se muestra el objetivo general y los objetivos de la presente investigación.

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Realizar el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado mediante el uso del programa Plaxis 2D, en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú; para verificar que cumpla con los parámetros de la norma CE-020.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú, mediante el uso del programa Plaxis 2D para determinar las deformaciones.
- Realizar el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú, mediante el uso del programa Plaxis 2D para determinar el asentamiento del suelo.

- Realizar el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú, mediante el uso del programa Plaxis 2D para determinar el factor de seguridad del suelo.
- Determinar la incidencia de los estudios de mecánica de suelos en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú.

#### **1.4. Justificación**

La presente investigación busca dar a conocer el manejo de un nuevo programa que no se aplica en nuestro país; de manera que se realicen modelaciones de estructuras que tengan interacción con el suelo, que es uno de los estudios más importantes para la elaboración de un proyecto estructural.

##### **1.4.1 Importancia de la Investigación**

La presente tesis facilitará una modelación más versátil y completa del área de la ingeniería y la geotecnia, con todo lo que eso implica para comprender y enfrentar determinados fenómenos de imprescindible asimilación en ingeniería civil.

Al aplicar este programa se pretende implementar e innovar la formación de un estudiante o profesional de ingeniería, que quiere tener nociones e interés por adentrarse en el ámbito de la ingeniería geotécnica de manera que pueda dar un aporte tecnológico.

##### **1.4.2 Viabilidad o Presupuesto**

La investigación fue realizada con el financiamiento de los autores y familiares para viajar y realizar una visita al Departamento de Huancavelica – Distrito de Salcabamba, a fin de extraer las

muestras que se sometieron al estudio experimental de la presente tesis. Se realizaron los ensayos correspondientes en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

Adicionalmente se llevaron cursos correspondientes al programa que se está aplicando en la presente tesis.

### **1.4.3 Alcances y Limitaciones**

La presente investigación se limita al análisis y modelamiento de un muro de contención a través del programa Plaxis 2D, con fines de conocer las deformaciones, asentamiento del suelo y la comprobación del factor de seguridad del muro de contención de concreto armado ubicado en el Km. 28+950 de la carretera departamental HV-101, distrito de Tayacaja, provincia de Salcabamba, Departamento de Huancavelica.

## **CAPÍTULO II.**

### **MARCO TEÓRICO**

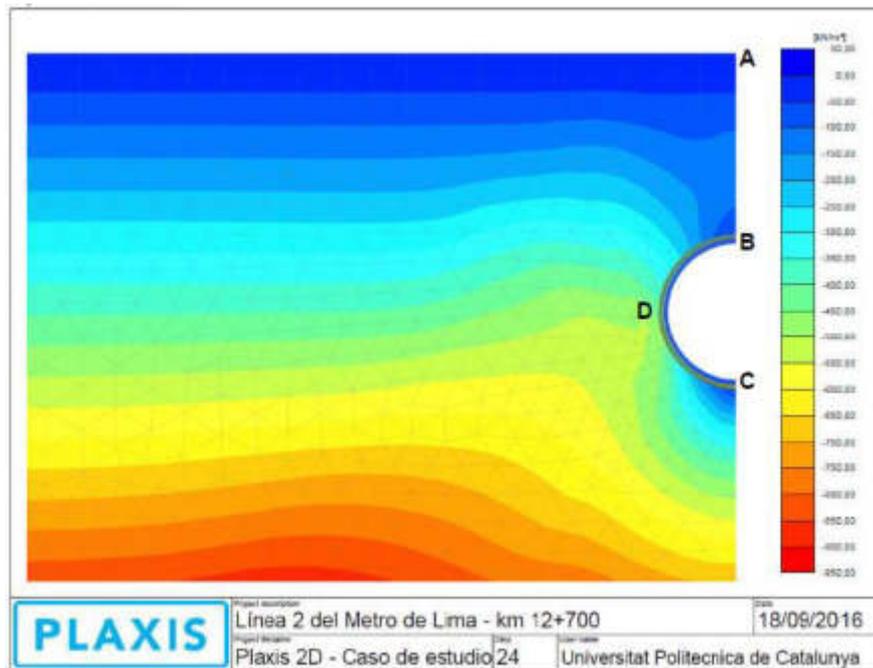
#### **2.1. Antecedentes**

En la presente investigación se tuvo en cuenta la revisión y el análisis de tesis internacionales como fuente de referencia para brindar una mejor perspectiva del tema que se está tratando.

Alcahuamán V. (2016), sostiene que:

Se escogió el Plaxis 2D, en su versión 2016, por las siguientes bondades: utiliza en su análisis el método de elementos finitos (MEF), proporciona la solución numérica de las ecuaciones que rigen el equilibrio estático de un sistema sometido a distintos procesos de cargas, permite plantear la geometría del problema de manera sencilla (estratos del terreno, características del escudo, la geometría del túnel entre otros), posee una interfaz gráfica muy amigable; asimismo, permite la interpretación directa de resultados de forma gráfica. (p. 36,37)

El propósito de esta investigación muestra el manejo del programa en distintas estructuras de interacción con el suelo, en este caso muestra el modelamiento y estudio de un túnel; sirviendo como referencia para la utilización del programa.

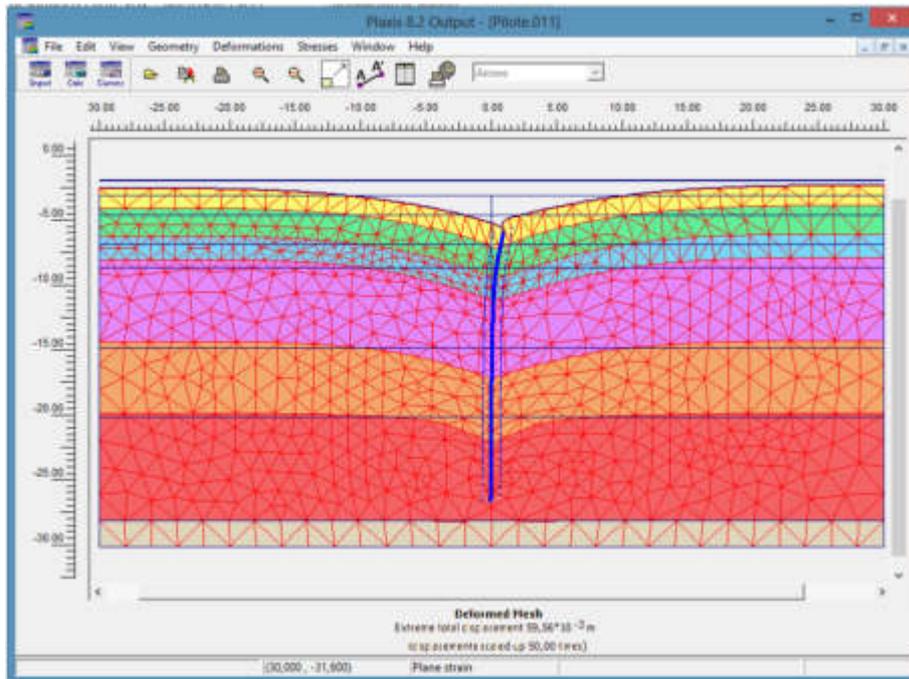


**Figura 2.1** Distribución de tensiones verticales Plaxis 2D  
**Fuente:** Alcahuamán V. (2016)

## 2.2. Antecedentes de la Investigación

Nuñez D. (2014), “La presente tesis enfatiza el comportamiento de la interacción entre el suelo y la estructura, dicha interacción cobra relevancia cuando se quiere realizar una modelación que se acerque a la realidad” (p. 7)

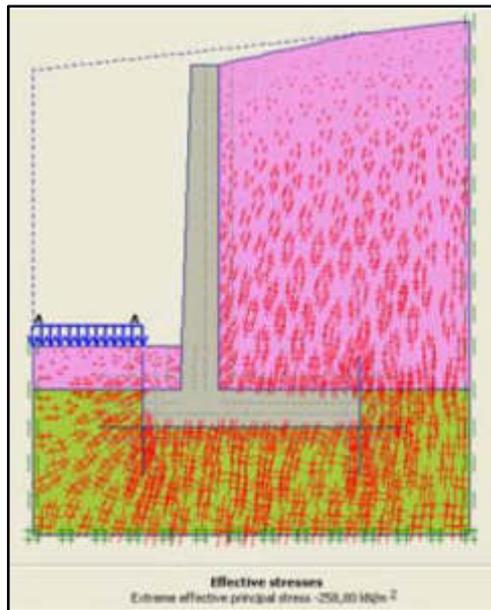
Por otra parte, según Nuñez D. (2014) “El desarrollo del método de elementos finitos ha permitido integrar las características particulares que rigen el comportamiento de los distintos materiales que intervienen en el problema, entregando resultados en un estado tenso-deformación más realista” (p. 7)



**Figura 2.2** Visualización subprograma Output - Deformed Mesh  
**Fuente:** Nuñez D. (2014)

Gonzales A. y Camargo C. (2011) “Actualmente existen programas de elementos finitos muy útiles en el modelamiento y diseño de estructuras, como es el caso del programa Plaxis 2D, que se puede ser fácilmente utilizado en el estudio de muros de contención lateral” (p. 25)

Asimismo, Gonzales A. y Camargo C. (2011) también sostiene, “que los modelos se utilizan para analizar el fenómeno de esfuerzo-deformación del suelo de acuerdo el tipo de estructura que lo afecte. Los procedimientos de entrada gráfica sencilla permiten una rápida generación de complejo modelos de elementos finitos” (p. 25)



**Figura 2.3** Esfuerzo efectivo extremo  
**Fuente:** Gonzales A. y Camargo C. (2011)

Tiznado J. (2010), “Estructuras de retención de suelos son frecuentemente utilizadas en obras de ingeniería. Tal es el caso de muros de contención, estribos de puentes, muros apuntalados, muros de subterráneo, entre otras. Un adecuado diseño de este tipo de estructuras, tanto ante solicitaciones estáticas como sísmicas” (p. 28)

Díaz Y. & López E. (2008), “Esta investigación muestra de manera clara y precisa el fundamento teórico del método de los elementos finitos, técnica con la cual trabaja el Plaxis 2D. Conjuntamente se aborda el tema de la modelación geotécnica, aspecto fundamental a la hora de utilizar un programa computacional” (p. 28)

### **2.3. Bases Teóricas**

A continuación, se menciona los conceptos más relevantes del tema de investigación para mayor conocimiento y comprensión de esta.

### **2.3.1. Programa Plaxis 2D**

#### **2.3.1.1. Plaxis 2D.**

A continuación se brinda la definición del Plaxis 2D según el Manual de Referencia Plaxis (2004).

Plaxis es un programa de ordenador de elementos finitos bidimensionales diseñado específicamente para la realización de análisis de deformación y estabilidad de problemas geotécnicos. Las situaciones modelizables corresponden a problemas de deformación plana o con axisimetría. El programa utiliza una interfaz gráfica que permite a los usuarios generar rápidamente un modelo geométrico y una malla de elementos finitos basada en una sección transversal vertical representativa del problema que se trate. (p. 25)

#### **2.3.1.2. Historia del Plaxis**

Según el autor Núñez, D (2014), sostiene que:

El desarrollo de PLAXIS comenzó en 1987 en la Universidad de Tecnología de Delft. El propósito inicial de la empresa que lleva el mismo nombre fue el desarrollar un programa basado en el método de elementos finitos de fácil uso en 2D para el análisis de terraplenes en los suelos blandos de Holanda. Luego se extendería el uso del programa (en ese tiempo un único programa) a otras áreas de la ingeniería. En 1998 se puso a la venta el primer PLAXIS 2D para ambiente Windows. Actualmente la versión PLAXIS 2D puede incluir módulos de simulación dinámica y de flujo de agua, como el PlaxFlow, englobando la mayoría de los problemas de ingeniería geotécnica, tanto de mecánica de suelos como de mecánica de rocas. (p. 22)

#### **2.3.1.3. Método de Elementos Finitos**

Según Módulo I - Ingeoexpert (2018)

El método de los elementos finitos (en adelante MEF) permite obtener una solución numérica aproximada sobre un cuerpo, estructura o dominio (cuando es un medio continuo) —sobre el que están definidas ciertas ecuaciones diferenciales en forma débil o integral que caracterizan el comportamiento físico del problema dividiéndolo en un número elevado de subdominios no-intersectantes entre sí denominados elementos finitos.

El conjunto de elementos finitos forma una subdivisión del dominio también denominada discretización. Dentro de cada elemento se distinguen una serie de puntos representativos llamados nodos. Dos nodos son adyacentes si pertenecen al mismo elemento finito; además, un nodo sobre la frontera de un elemento finito puede pertenecer a varios elementos. El conjunto de nodos considerando sus relaciones de adyacencia se llama malla.

Los cálculos se realizan sobre una malla de puntos (llamados nodos), que sirven a su vez de base para discretización del dominio en elementos finitos. La generación de la malla se realiza usualmente con programas especiales llamados generadores de mallas, en una etapa previa a los cálculos que se denomina preproceso.

Toda la información del modelo se la transmiten entre los diferentes elementos mediante los nodos. Es decir, si los nodos no son comunes o no están relacionados de alguna manera, aunque ocupen la misma posición no habrá transferencia de información.

De acuerdo con estas relaciones de adyacencia o conectividad se relaciona el valor de un conjunto de variables incógnitas definidas en cada nodo y denominadas grados de libertad. El conjunto de relaciones entre el valor de una determinada variable entre los nodos se puede escribir en forma de sistema de ecuaciones lineales (o linealizadas). La matriz de dicho sistema de ecuaciones se llama matriz de rigidez del sistema. El número de ecuaciones de dicho sistema es proporcional al número de nodos y al número de grados de libertad de cada nodo.

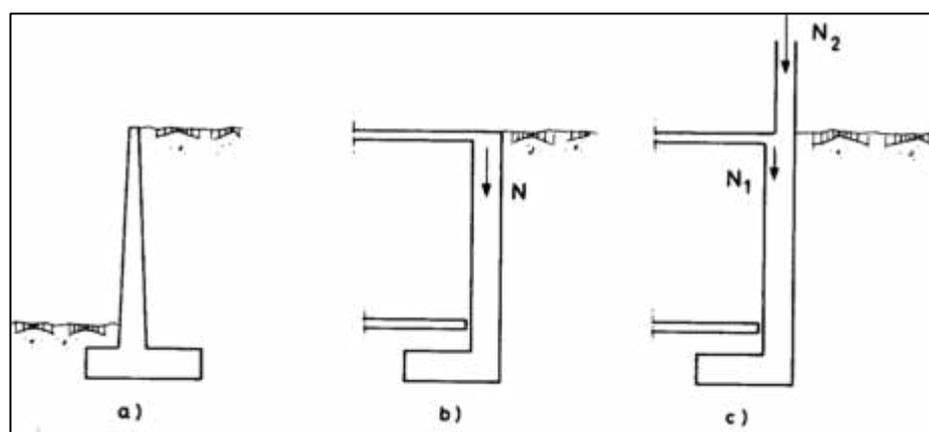
En definitiva, con esta metodología en lugar de obtener la solución exacta a una variable que cumple un sistema de ecuaciones diferenciales, se obtiene el valor aproximado de dicha variable en unos puntos determinados nodos, estimándose posteriormente el resto de variables asociadas. La idea de subdividir un dominio complejo en elementos o porciones con una cierta relación entre ellas no es reciente. (p. 18)

### 2.3.2. Muros de Contención de Concreto Armado

#### a. Definición

Según Universidad de Castilla - La Mancha (2011), “Los muros son elementos constructivos cuya principal misión es servir de contención, bien de un terreno natural, bien de un relleno artificial o de un elemento a almacenar.” (p. 21)

Según Universidad de Castilla - La Mancha (2011), “En ocasiones los muros desempeñan la función de cimiento, al transmitir las presiones o cargas suministradas por los pilares o por los forjados que se apoyan en la coronación del muro. Esta situación es característica de los muros de sótano.” (p. 22)



**Figura 2.4** Tipos de muros  
**Fuente:** Universidad de Catilla- La Mancha (2011)

Según Universidad de Castilla - La Mancha (2011) sostiene que,

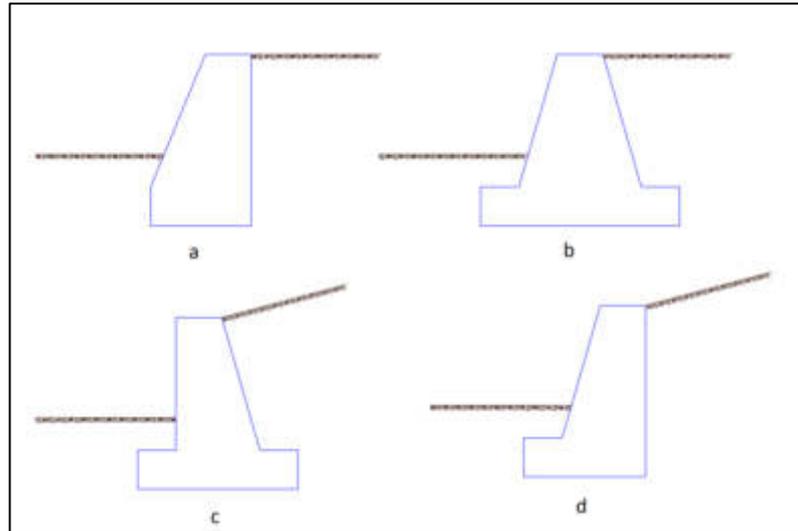
Las formas de funcionamiento del muro de contención y del muro de sótano son diferentes. Mientras que el muro de contención se comporta básicamente como un voladizo empotrado en el cimiento, el cuerpo de un muro de sótano se comporta como una losa de uno o varios vanos. En este caso, está apoyado o anclado en el forjado (o forjados), y el rozamiento entre cimiento y suelo hace innecesaria la disposición de ningún apoyo adicional en el nivel de la cimentación. (p. 18)

## **b. Tipos de Muros Contención**

### **b.1. Muros de Contención de Gravedad**

Según Palacios L. y Toala M. (2014 - 2015), “Los muros de gravedad son aquellos muros que dependen para su estabilidad completamente de su propio peso y el del suelo que se apoyen en ellos” (p. 21)

Según Palacios L. y Toala M. (2014 - 2015), “Su sección transversal, puede ser de diferentes formas y pueden ser construidos de piedra o de concreto, que son los materiales que pueden resistir bien esfuerzos de compresión y cortante, pero muy poco los esfuerzos de tracción” (p. 22)

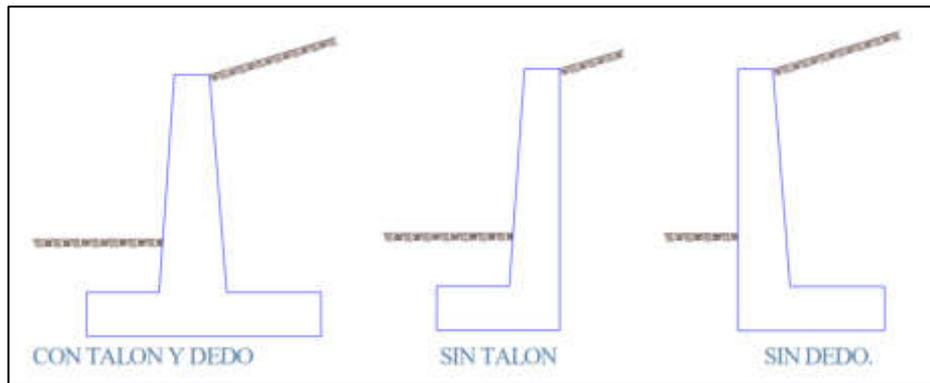


**Figura 2.5** Muros de Gravedad  
**Fuente:** Palacios L. y Toala M. (2014 - 2015)

### **b.2. Muros de Contención en Voladizo**

Según Palacios L. y Toala M. (2014 - 2015) sostiene que:

Son aquellos que trabajan como viga en voladizo, empotrados en una zapata inferior. Estos muros se diseñan en hormigón armado y se recomienda su uso para alturas intermedias hasta los nueve metros, y como ya se dijo estructuralmente es una viga ancha sobre la cual actúa el empuje de la tierra que aumenta uniformemente hasta llegar a un máximo en el punto de empotramiento de la viga con la base del muro. Este tipo de muros se refuerza verticalmente para contrarrestar el momento flexionante y horizontalmente para evitar las grietas. Estos muros se consideran más económicos que los de gravedad hasta una altura de aproximadamente 8m. (p. 22)

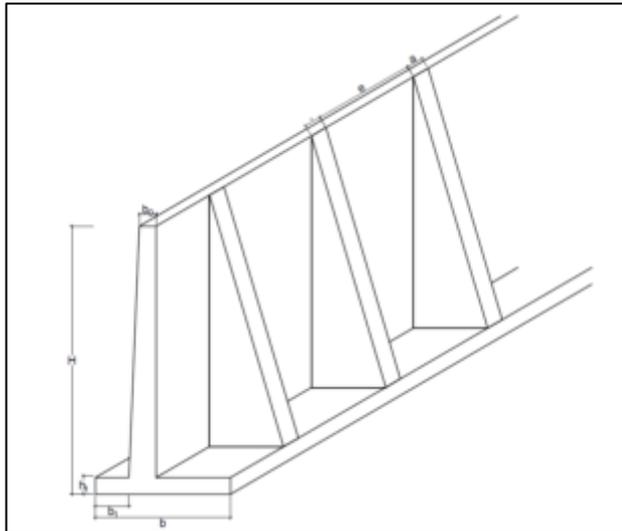


**Figura 2.6** Muros de contención en voladizo o Cantilever  
**Fuente:** Palacios L. y Toala M. (2014 - 2015)

### **b.3. Muros de Contención con Contrafuertes**

Según Ballón A y Echenique J (2017), sostiene que:

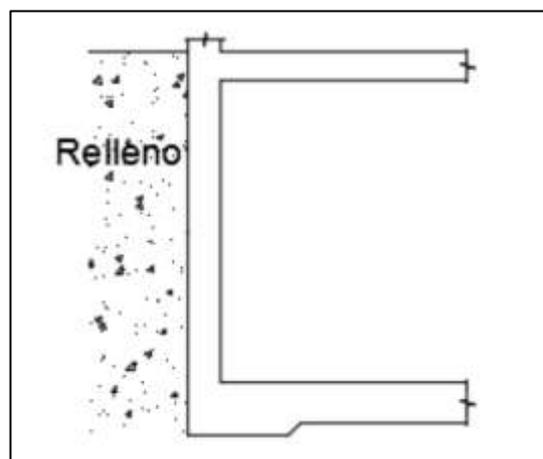
Este tipo de muros son muy parecidos a los muros en voladizo, con la diferencia de tener transversalmente elementos que unen al muro y al cimiento. Estos se presentan a intervalos regulares y tienen como objetivo reducir los momentos flectores y las fuerzas de corte. Como indica Harmsen, los contrafuertes trabajan a tracción,<sup>8</sup> lo cual no es conveniente pues se sabe que el concreto es más eficiente a compresión. Por esta razón, muchas veces se colocan los contrafuertes delante del muro, así logrando que estos trabajen a compresión. La desventaja es que los contrafuertes se encuentran a la vista y también ocupan espacios que podrían ser aprovechados para otras necesidades. (p. 18)



**Figura 2.7** Muros de contención con Contrafuertes  
**Fuente:** Elaboración propia

#### **b.4. Muros de Contención de Sótano**

Según el autor Ballón A y Echenique J (2017), “Resisten el empuje lateral del suelo, también soportan empujes debido a las cargas verticales del edificio. Se debe tener en cuenta que a mayor número de sótanos que presenta una edificación mayor será la profundidad que se alcance.” (p. 18)

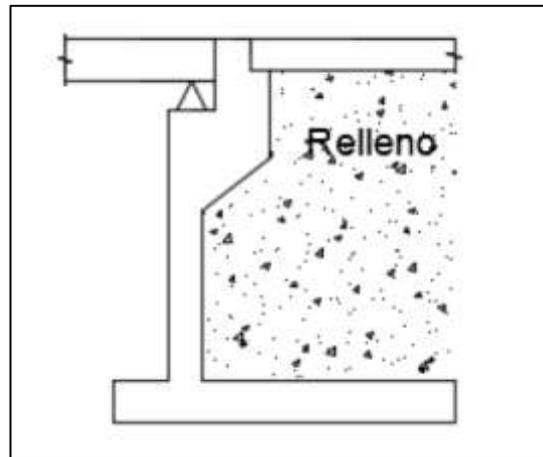


**Figura 2.8** Muros de contención de sótano  
**Fuente:** Ballón A y Echenique J (2017)

#### **b.5. Estribo de Puente**

Según el autor Ballón A y Echenique J (2017), “Los estribos de puente son aquellos muros que aparte de resistir el empuje lateral, soporta

las cargas provenientes del puente<sup>10</sup>, la cuales pueden ser cargas muertas o permanentes, cargas vivas, cargas de frenado, etc.” (p. 18)



**Figura 2.9** Estribo de Puente  
**Fuente:** Ballón A y Echenique J (2017)

#### **b.6. Muros de Contención de Suelo Reforzado**

Según el autor Ballón A y Echenique J (2017), “Cuentan con capas horizontales de materiales de refuerzo como acero o geomallas. Esto usado para proporcionar una masa de suelo reforzado que actúa como una estructura de gravedad y resista las fuerzas de la tierra.” (p. 19)

#### **b.7. Muros de Contención Anclados**

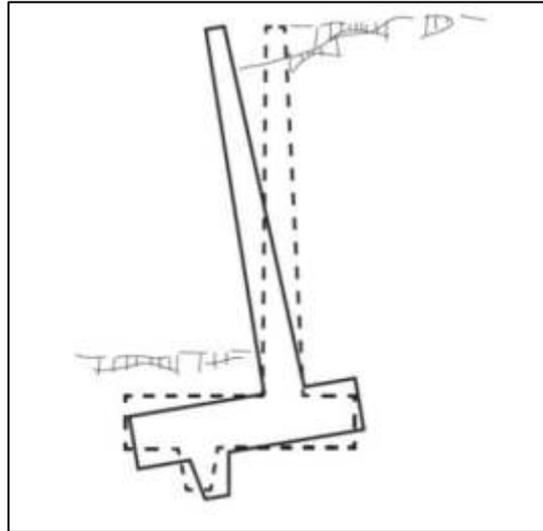
Según el autor Ballón A y Echenique J (2017), “Los muros anclados son constituidos principalmente por una pared delgada y un sistema de anclaje. El anclaje se realiza con tensores, los cuales se tensan una vez ya endurecido el concreto.” (p. 20)

#### **c. Tipos de Fallas en Muros de Contención**

Según Ballón A y Echenique J (2017), “La buena elección del tipo de muro es fundamental para su correcto diseño. No obstante, hay que tener en cuenta las posibles cargas que causarían el colapso de la estructura, para poder realizar una evaluación completa.” (p. 20)

### c.1. Falla por Volteo o Giro Excesivo

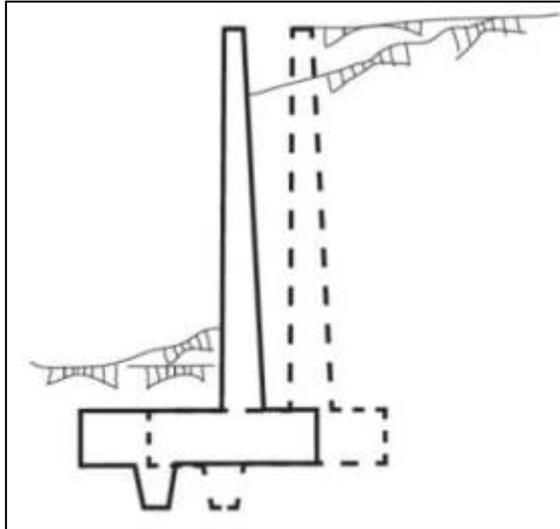
Según Ballón A y Echenique J (2017), “Para empezar, es necesario asegurar que el muro no se voltee, es decir que los momentos desestabilizantes sean menores a los momentos estabilizantes. Para ello, se busca incrementar el tamaño del muro y a su vez el peso.” (p. 20)



**Figura 2.10** Falla por Volteo en muros de contención  
**Fuente:** Ballón A y Echenique J (2017)

### c.2. Deslizamiento Lateral del Muro

Según Ballón A y Echenique J (2017) “Es una falla producida por un empuje excesivo de la tierra, el cual incrementa con la sobrecarga que se pueda presentar en el terreno. El cual es contrarrestado, principalmente con la fricción en la base de la estructura, dependiendo ello del tipo de suelo” (p. 21)

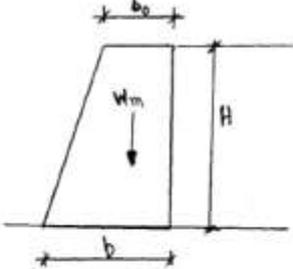
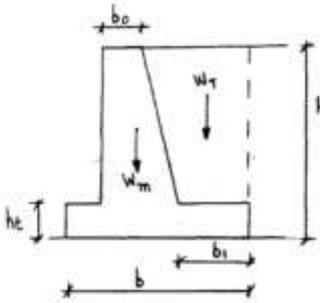
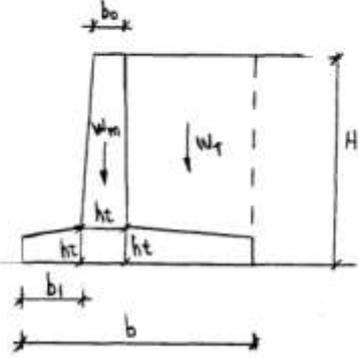
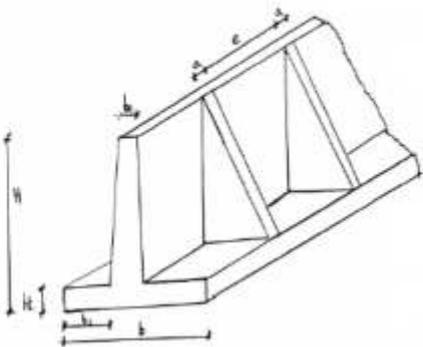


**Figura 2.11** Deslizamiento Lateral muros de contención  
**Fuente:** Ballón A y Echenique J (2017)

### **c.3. Asentamiento de la Estructura**

Según Ballón A y Echenique J (2017) “Debido al peso del muro y al relleno colocado en la parte superior de la zapata es posible que el muro sufra un asentamiento, pudiendo producir fisuras en la estructura o en algunos casos el colapso de la estructura.” (p. 22)

#### d. Predimensionamiento de Muros de Contención

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>
<p><b>MUROS EN VOLADIZO CON CONTRAFUERTE</b></p> <p><math>H &gt; 10 \text{ m}</math></p>		<p><math>b_0 = 0,2 \sim 0,3 \text{ m}</math></p> <p><math>b_1 = (1/4 \sim 1/3) H</math></p> <p><math>ht = (1/14 \sim 1/12) H</math></p> <p><math>b = (0,4 \sim 0,7) H</math></p> <p><math>e = (0,3 \sim 0,6) H</math></p> <p><math>a = 0,2 \text{ m}</math></p>

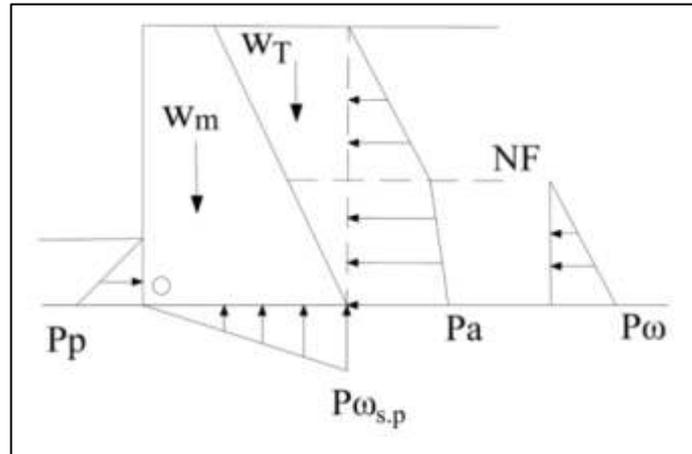
**Figura 2.12** Predimensionamiento de Muros de Contención  
**Fuente:** Norma CE. 020 Suelos y Taludes

### 2.3.3. Factor de Seguridad de un Muro de Contención

Se deben cumplir los siguientes criterios:

#### a. Criterio de Vuelco

Se deberá cumplir lo siguiente:



**Figura 2.13** Estribo de Puente  
Fuente: Ballón A y Echenique J (2017)

$$F.S. \text{ VUELCO} = \frac{\sum M_{0\text{FUERZAS ESTABILIZANTES}}}{\sum M_{0\text{FUERZAS DESESTABILIZANTES}}} \geq 2.0$$

$$\sum M_{0\text{FUERZAS EST.}} = f(P_p, W_m, W_T)$$

$$\sum M_{0\text{FUERZAS DESEST.}} = f(P_a, P_w, P_{WS,P})$$

#### b. Criterio de Deslizamiento

Se deberá cumplir lo siguiente:

$$F.S. \text{ DESLIZAMIENTO} = \frac{\sum M_{H\text{RESISTENTES}}}{\sum M_{0\text{ACTUANTES}}} \geq 1.5$$

La fuerza horizontal resistente, será el menor valor obtenido de las dos expresiones siguientes:

$$\sum F_{M \text{ RESISTENTES}} = \begin{cases} \sum F_v \cdot tg\delta + ca \cdot b \\ \sum F_v \cdot tg\phi + c \cdot b \end{cases}$$

Donde:

$\Delta$  : Coeficiente de fricción muro-suelo

$Ca$  : Adherencia

$$ca = 0,9 c \quad \text{para } c < 50 \text{ kPa (0,5 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$ca = 0,9 + 0,6 (0,49c - 1) \quad \text{para } c > 50 \text{ kPa (0,5 Kg/cm}^2\text{)}$$

$B$  : Ancho de la base del Muro

$\sum Fv$  : Sumatoria de fuerzas verticales

$\phi$  : Ángulo de fricción interna del suelo de la base

$C$  : Cohesión del suelo de la base

**Tabla 3.2.** Valores de  $\delta$  Muro - Suelo

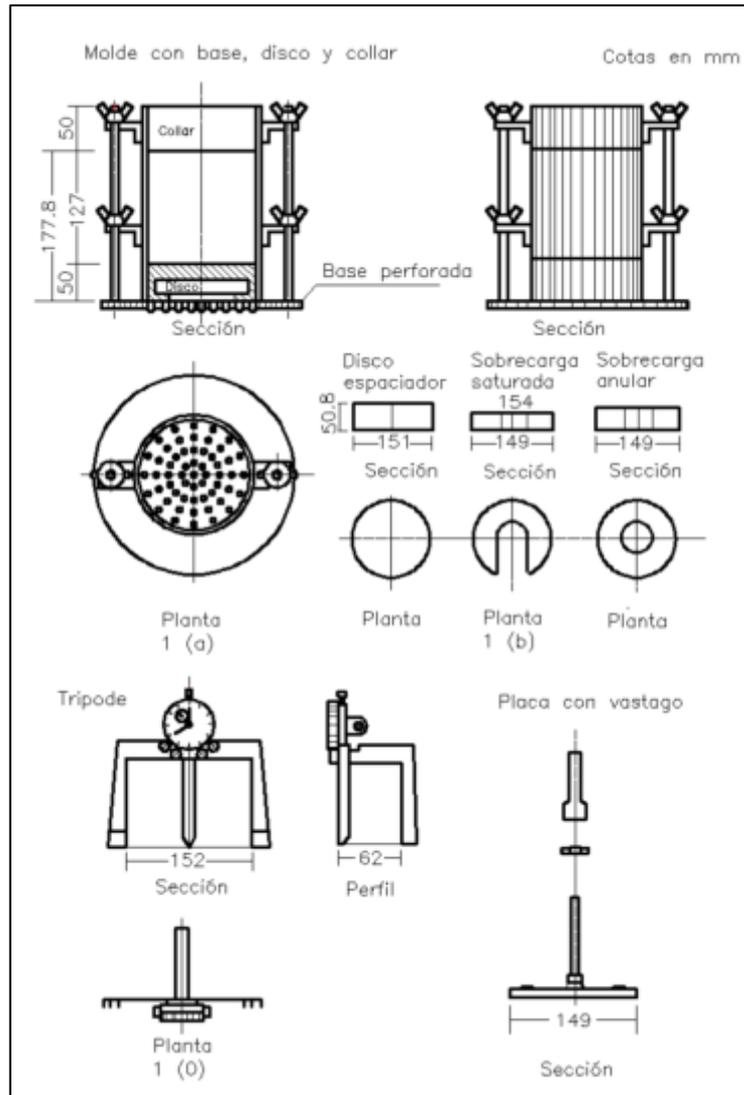
Material	$\delta$
Madera	22 °
Concreto Rugoso	0 °
Concreto Liso	17 °
Acero Limpio	11 °
Acero Herrumbroso	22 °

**Fuente:** Elaborado por los autores

### 2.3.4. Estudio de mecánica de suelos

#### a. CBR (California Bearing Ratio)

Según Manual de Ensayo de Materiales (2016), "Procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte. Se realiza normalmente sobre suelo preparado en laboratorio, en condiciones determinadas de humedad y densidad." (p. 249)



**Figura 2.14** Dispositivo para el Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)  
**Fuente:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales

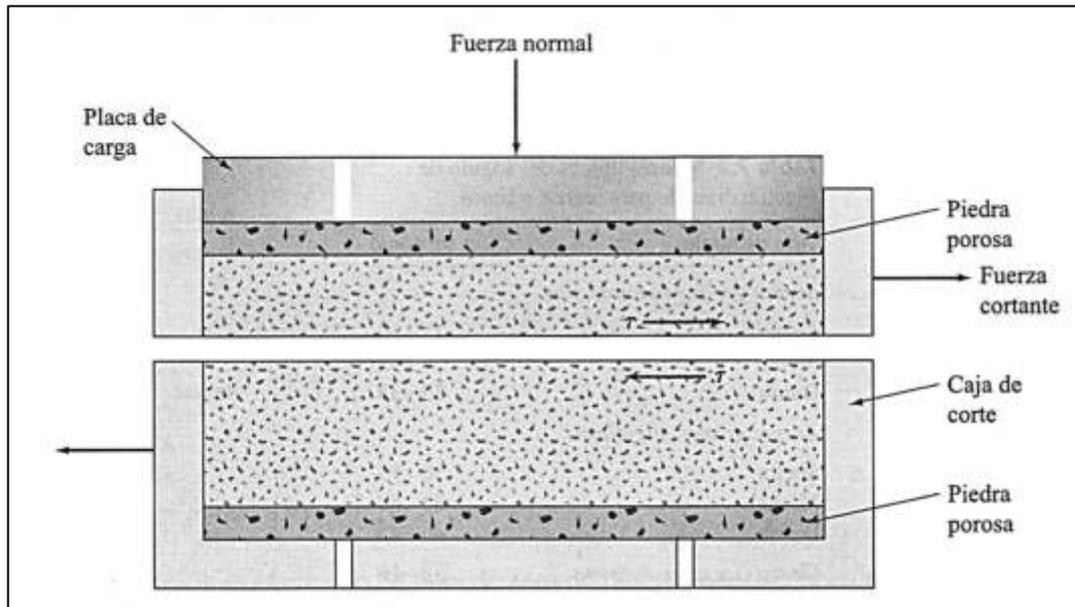
### b. Corte Directo

Según Pontificia Universidad Católica del Perú (2012), sostiene lo siguiente:

El ensayo de corte directo induce la ocurrencia de una falla a través de un plano de localización predeterminado. Sobre este plano actúan dos fuerzas (o esfuerzos) – un esfuerzo normal debido a una carga vertical  $P_v$  aplicada externamente y un esfuerzo cortante debido a la aplicación de una carga horizontal  $P_h$ . Estos esfuerzos se calculan simplemente como:

$$\sigma_n = \frac{Pv}{A} \qquad \tau = \frac{Ph}{A}$$

Donde A es el área nominal de la muestra (o de la caja de corte) y usualmente no se corrige para tener en cuenta el cambio de área por el desplazamiento lateral de la muestra.



**Figura 2.15** Diagrama de Arreglo para la Prueba de Corte Directo

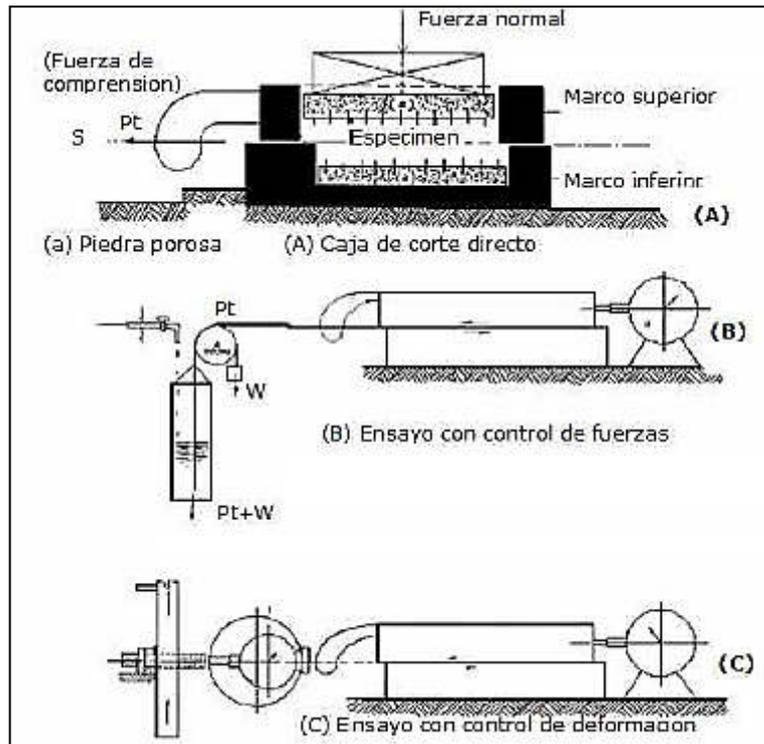
**Fuente:** Das M. (2001)

Estos esfuerzos deberían satisfacer la ecuación de Coulomb:

$$\tau = c + \sigma_n \tan \phi$$

Como en esta ecuación existen dos cantidades desconocidas,  $c$  y  $\phi$  se requiere obtener dos valores, como mínimo, de esfuerzo normal y esfuerzo cortante para obtener una solución.

Además, utilizando los valores de esfuerzo cortante  $\tau$  y esfuerzo normal obtenidos podemos dibujar el círculo de Mohr para cada ensayo y trazar la envolvente de falla con lo que se obtiene en forma gráfica los valores de  $c$  y para materiales no cohesivos, debería cumplirse:  $c=0$ .



**Figura 2.16** Dispositivo para el ensayo de corte directo  
**Fuente:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales

### c. Permeabilidad

Según Das M. (2001),

La permeabilidad de los suelos depende de varios factores: viscosidad del fluido, distribución del tamaño de los poros, distribución granulométrica, relación de vacíos, rugosidad de las partículas minerales y grado de saturación del suelo. En los suelos arcillosos, la estructura juega un papel importante en la permeabilidad. Otros factores mayores que afectan la permeabilidad de las arcillas son la concentración iónica y el espesor de las capas de agua adheridas a las partículas de arcilla. (p. 96)

<b>Tipos de Suelos</b>	<b>K (cm/s)</b>
Grava Limpia	100 - 1
Arena Gruesa	1.0 - 0.01
Arena Fina	0.01 - 0.001
Arcilla Limosa	0.001 - 0.00001
Arcilla	0.000001

Como se puede apreciar en la tabla, el valor de la permeabilidad (k) varia ampliamente para los diferentes tipos de suelos. Según Das M. (2001), “La permeabilidad de suelos no saturados es menor y crece rápidamente con el grado de saturación.” (pág. 97).

Asimismo, la permeabilidad está muy relacionada con las propiedades del fluido que pasa a través del suelo, esto está representado por la siguiente ecuación:

$$k = \frac{\gamma_w \bar{K}}{n}$$

Donde:

$\gamma_w$  = peso específico del agua

n = viscosidad del agua

$\bar{K}$  = permabilidad absoluta

Nota: La permeabilidad absoluta se expresa en unidades al cuadrado (cm<sup>2</sup>)

Determinación en laboratorio de la permeabilidad

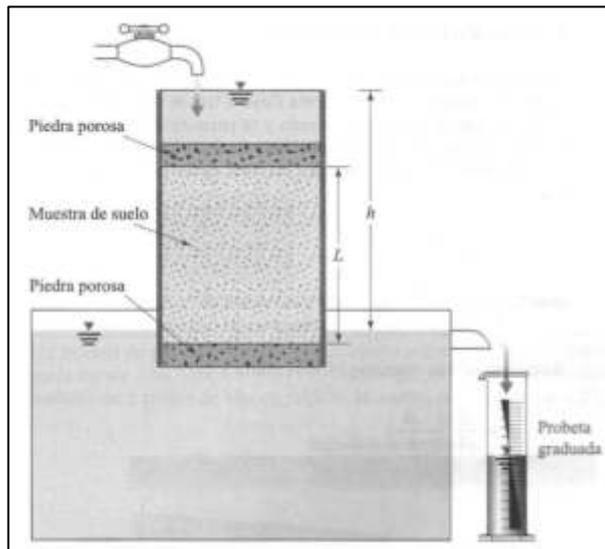
Existen dos maneras de determinar la permeabilidad de un suelo, estas son:

### **e.1. Prueba de Carga Constante**

Según Das M. (2001), “El agua se ajusta de tal manera que la diferencia de carga entre la entrada y la salida permanece constante. Después que se ha establecido una tasa constante de flujo, el agua es recolectada en una probeta graduada durante cierto tiempo.” (p. 97)

El volumen total de agua Q recolectada se expresa como:

$$Q = Avt = A(ki)t$$



**Figura 2.17** Prueba de permeabilidad bajo carga constante  
**Fuente:** Das M. (2001)

Donde:

$A$  = àrea de la secciòn transversal de la muestra del suelo

$t$  = duraciòn de la recolecciòn del agua

Ademàs como:

$$i = \frac{h}{L}$$

Reemplazando en la formula inicial se obtiene lo siguiente:

$$k = \frac{QL}{Aht}$$

## e.2. Prueba de Carga Variable

Segùn Das M. (2001), sostiene que:

El agua de una bureta fluye a trav\u00e9s del suelo.

La diferencia inicial de carga,  $h_1$ , en el tiempo  $t = 0$  es registrada y se permite que el agua fluya

a través de la muestra de suelo de manera que la diferencia final de carga en el tiempo  $t = t_2$  sea  $h_2$ .” (p. 99)

La tasa de flujo  $q$  del agua, a través de la muestra en cualquier tiempo  $t$  se expresa por la siguiente expresión:

$$q = k \frac{h}{L} A = -a \frac{dh}{dt}$$

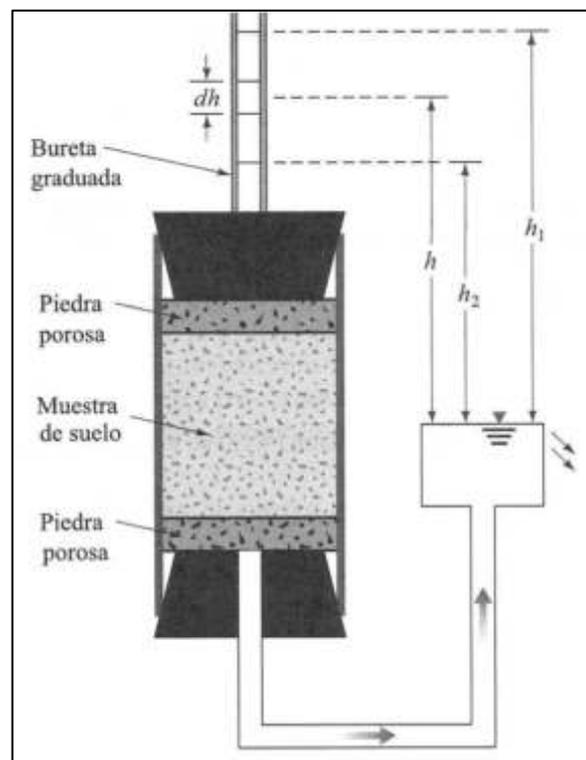
Donde:

$a$  = área de la sección transversal de la bureta

$A$  = área de la sección transversal de la muestra del suelo

Reordenando en la ecuación se tiene lo siguiente:

$$dt = \frac{aL}{Ak} \left( -\frac{dh}{h} \right)$$



**Figura 2.18** Prueba de permeabilidad bajo carga variable  
Fuente: Das M. (2001)

Integrando la ecuación y ordenando en función a la permeabilidad K se obtiene lo siguiente:

$$k = 2.303 \frac{aL}{At} \log_{10} \frac{h_1}{h_2}$$

## **2.4. Definición de Términos Básicos**

### **2.4.1. Plaxis**

Según Manual de Referencia Plaxis (2004), sostiene que:

PLAXIS 2D es un paquete de elementos finitos potente y fácil de usar destinado al análisis bidimensional de deformación y estabilidad en ingeniería geotécnica y mecánica de rocas. PLAXIS es utilizado en todo el mundo por las mejores empresas e instituciones de ingeniería en la industria de ingeniería civil y geotécnica. Las aplicaciones van desde excavaciones, terraplenes y cimientos hasta túneles, minería y geomecánica de yacimientos. (p. 25)

### **2.4.2. Método de Elementos Finitos**

Según Módulo I - Ingeoexpert (2018), “Método para obtener soluciones numéricas aproximadas sobre determinados cuerpos sobre el cual se definen distintas ecuaciones diferenciales; lo que realiza es subdividir la estructura en subdominios que se denominan malla para poder transformar la ecuación diferencial en una lineal.” (p.42)

### **2.4.3. Muros de Contención**

Según López L., “Los Muros de Contención son elementos estructurales que cumplen la función de soportar cargas producidas por el empuje de tierras.”

#### **2.4.4. Deformaciones**

Según Manual de Ensayo de Materiales Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), “La deformación es el cambio en el tamaño o forma de una estructura debido a esfuerzos externos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre la estructura.” (p.165)

#### **2.4.5. Asentamiento del Suelo**

Según Manual de Ensayo de Materiales Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), “Es la deformación vertical en la superficie de un terreno por acción de cargas externas o debido al peso propio de las capas del suelo.” (p.165)

#### **2.4.6. Corte Directo**

Según Manual de Ensayo de Materiales Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), “Es el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada.” (p. 167)

#### **2.4.7. CBR**

Según Manual de Ensayo de Materiales Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), “El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; muestras inalteradas tomadas del terreno.” (p. 248)

#### **2.4.8. Permeabilidad**

Según la norma CE – 020 Suelos y Taludes, “Facilidad con que el agua puede fluir a través de los poros y discontinuidades del suelo.” (p. 6)

## **2.5. Formulación de la Hipótesis**

Las siguientes hipótesis que se plantearon a partir del problema general y problemas específicos se muestran a continuación.

### **2.5.1 Hipótesis General**

- Se verificó que en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú; cumple con los parámetros de la norma CE-020, usando del programa Plaxis 2D.

### **2.5.2 Hipótesis Específicas**

- El programa Plaxis 2D determino las deformaciones del muro de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú.
- El programa Plaxis 2D determino el asentamiento del suelo del muro de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú.
- El programa Plaxis 2D determino el factor de seguridad del suelo del muro de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú.
- Los estudios de mecánica de suelos inciden en los parámetros para el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo de Investigación**

La investigación es aplicada, porque se usa un nuevo programa para el análisis y modelamiento en muros de contención. Enfoque cuantitativo, porque contendrá técnicas estadísticas donde recolectaremos datos para luego analizarlos, se realizará cálculos con los datos analizados para establecer una serie de conclusiones respecto a mis variables.

La Investigación es prolectiva, porque la información es obtenida de fuente propia.

### **3.2. Nivel de Investigación**

Explicativo, porque explica el comportamiento de deslizamiento en función al empuje del material granular, estimaremos resultados mediante métodos estadísticos y determinar los parámetros estructura.

### **3.3. Diseño de la investigación**

Observacional, porque no se pudo manipular la variable independiente, por tal motivo se alimentará a la variable independiente a través de la realización de ensayos de mecánica de suelos

para la obtención de parámetros que se aplicarán en el programa utilizado (variable independiente).

Prospectivos, porque los datos obtenidos experimentalmente y analizada en el presente.

### 3.4. Variables

En el proyecto de tesis se identificó el objeto de estudio, la variable dependiente y la independiente, siendo estas también del tipo cuantitativo, ver tabla 3.1

**Tabla 3.1.** Identificación del objeto de estudio y las variables

<b>Objeto de Estudio</b>	<b>Variable Independiente (Y)</b>	<b>Variable Dependiente (X)</b>
Muros de Contención	Programa Plaxis 2D	Análisis y Modelamiento de muros de contención de concreto armado

Elaborado por: Los autores

#### 3.4.1 Población y muestra

##### a. Población

Para la presente investigación, la población de estudio será el Distrito de Salcabamba, Departamento de Huancavelica.

##### b. Muestra

Se considera como muestra de estudio el tramo HV-101 KM 28+950 Distrito de Salcabamba, Huancavelica.

Las coordenadas de la ubicación de la muestra son las que se muestra en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2.** Coordenadas de ubicación tipo UTM

<b>515819 m E</b>	<b>8641496 m S</b>	<b>UTM</b>
-------------------	--------------------	------------

Elaborado por: Los autores

### c. Operacionalización de Variables

**Tabla 3.3.** Operacionalización de Variables

Operacionalización de las variables			
Variables	Indicadores	Índices	
<b>Independiente</b>			
<b>Programa PLAXIS 2D</b>	Modelo del material	MC	
	Tipo de comportamiento de Material	Drenado	
	Peso específico No Saturado	$\gamma$ unsat	
	Peso específico Saturado	$\gamma$ sat	
	Permeabilidad Horizontal	Kx	
	Permeabilidad Vertical	Ky	
	Módulo de Young	E ref	
	Relación de Poisson	$\nu$	
	Cohesión	c ref	
	Ángulo de Fricción	$\phi$	
	Ángulo de dilatación	$\psi$	
<b>Dependiente</b>			
<b>Análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado</b>	Deformaciones	cm. / mm.	
	Asentamiento	cm. / mm.	
	Factor de Seguridad Vuelco	$\geq 2.0$	
	Factor de Seguridad Desliza.	$\geq 1.5$	
	Mecánica de suelos	Peso específico No Saturado	$\gamma$ unsat
		Peso específico Saturado	$\gamma$ sat
		Permeabilidad Horizontal	Kx
		Permeabilidad Vertical	Ky
		Módulo de Young	E ref
		Relación de Poisson	$\nu$
		Cohesión	c ref
		Ángulo de Fricción	$\phi$
	Ángulo de dilatación	$\psi$	

Elaborado por: Los autores

### **3.5. Técnicas de investigación**

Para la toma y recolección de datos se utilizó la observación experimental, ya que los datos se obtuvieron mediante ensayos de laboratorio.

Con respecto al instrumento aplicado, se utilizó el programa PLAXIS 2D para la obtención de los resultados del análisis y modelamiento.

### **3.6. Instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó material natural del Km. 28+950 del Tramo HV-101 Salcabamba – Huancavelica como muestra para la obtención de datos mediante ensayos de laboratorio.

## **CAPÍTULO IV.**

### **PRUEBAS Y RESULTADOS**

#### **4.1. Contrastación de la hipótesis**

A continuación, se mencionan la contrastación de hipótesis general e hipótesis específicas.

##### **4.1.1. Hipótesis general**

- Se verificó que en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú; cumple con los parámetros de la norma CE-020, usando del programa Plaxis 2D.

##### **4.1.2. Hipótesis específicas**

- El programa Plaxis 2D determino el asentamiento del suelo del muro de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú.
- El asentamiento influye en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera departamental HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica.
- El programa Plaxis 2D determino el factor de seguridad del suelo del muro de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú.

- Los estudios de mecánica de suelos inciden en los parámetros para el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú.

#### **4.2. Caso de investigación**

El instrumento empleado para el desarrollo de la presente tesis fue el programa computacional Plaxis 2D; en que magnitud influye la realización del análisis y modelamiento en la elaboración de proyectos estructurales que tengan interacción suelo-estructura, en este caso se tomó como modelo estructural un muro de contención de concreto armado y que aspectos que son necesarios para el uso correcto de dicha herramienta.

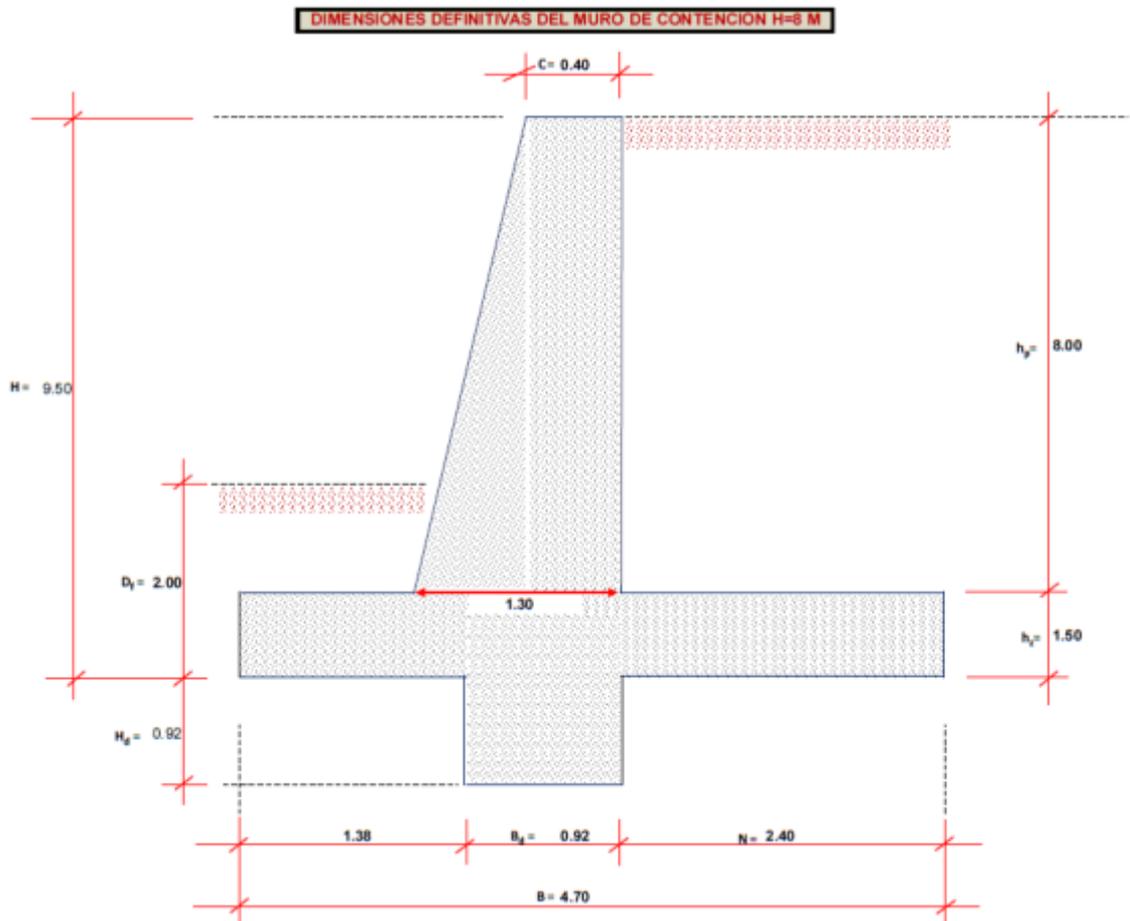
Se realizaron distintos ensayos de mecánica de suelos que fueron esenciales y de gran importancia, donde la obtención del material a analizar como muestra fue de la siguiente zona; sector Chaquihuaycco, distrito de Salcabamba, provincia de Tayacaja, región de Huancavelica.

Para la realización de los respectivos Ensayos de características físicas se viajó a la zona de estudio y se recogió la muestra necesaria, para posteriormente ensayarlo en las distintas universidades: Universidad Nacional de Huancavelica (UNH) y la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNAM).

#### **4.3. Análisis y modelamiento del muro de contención**

Para realizar el análisis y modelamiento del muro de contención, se tomó como referencia el diseño definitivo del muro de contención obtenido del proyecto "AMPLIACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN DEL FALSO TÚNEL KM 28+700-CHAQUUILLOCCLLA, DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL HV-101, DEL DISTRITO DE DANIEL

HERNÁNDEZ, PROVINCIA DE TAYACAJA, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA"; el cual se detalla en los anexos de la presente investigación. El diseño definitivo del muro de contención se muestra en la siguiente figura:



**Figura 4.1** Diseño definitivo de muro de contención  
**Fuente:** Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Huancavelica

#### 4.4. Proceso de modelamiento

Para realizar el proceso de modelamiento se requiere las propiedades de los materiales especificadas en la Tabla 4.4.1.

**Tabla 4.1.** Propiedades de los materiales

PARAMETRO	ARCILLA	RELLENO	CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup>	UNIDAD
Modelo del material (Model).	MC	MC	Linear Elastic.	-
Tipo de comportamiento del material (Type).	drenado	drenado	No poroso	-
Unidad de peso del suelo por encima del nivel freático ( $\gamma_{unsat}$ )	23.5	24	24	KN/m <sup>3</sup>
Unidad de peso del suelo por encima del nivel freático ( $\gamma_{sat}$ )	25	25	-	KN/m <sup>3</sup>
Permeabilidad horizontal ( $k_x$ )	0.127	0.1	-	m/día
Permeabilidad vertical ( $k_y$ )	0.127	0.1	-	m/día
Módulo de Young ( $E_{ref}$ )	51975.245	73549.875	21316778.96	KN/m <sup>2</sup>
Relacion de Poisson ( $\nu$ )	0.3	0.3	0.2	-
Cohesión ( $c_{ref}$ )	25.49	1	-	KN/m <sup>2</sup>
Ángulo de fricción ( $\phi$ )	40.1	35	-	°
Ángulo de dilatancia ( $\psi$ )	0	0	-	°
Factor de reducción de la interfaz ( $R_{inter}$ )	-	-	rigid	-

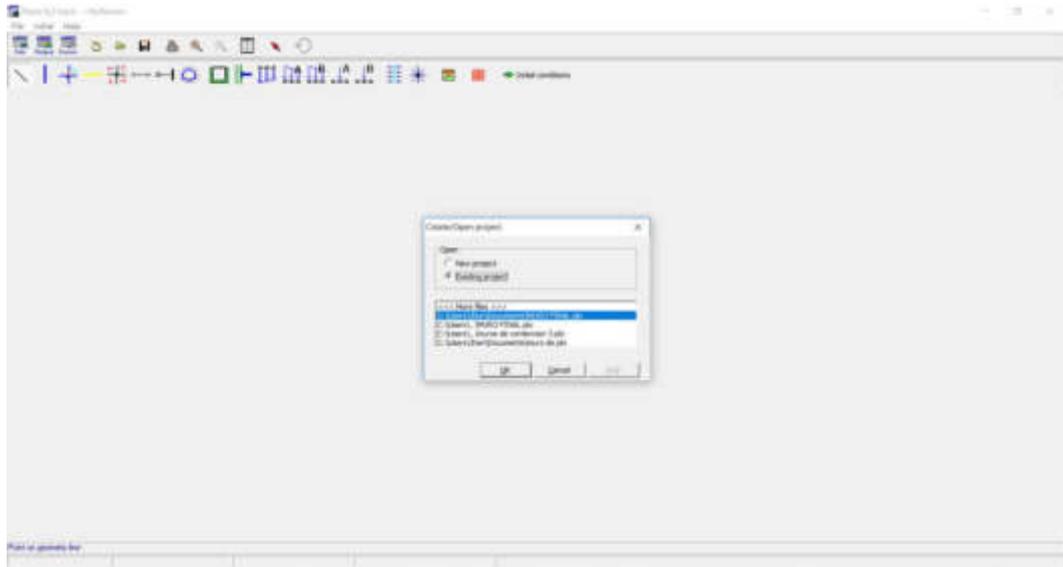
Elaborado por: Los autores

#### 4.5. Entrada (INPUT)

Esta es la primera etapa de la utilización del programa que esta clasificado en cuatro procesamientos de datos.

##### 4.5.1. Creación de modelo geométrico

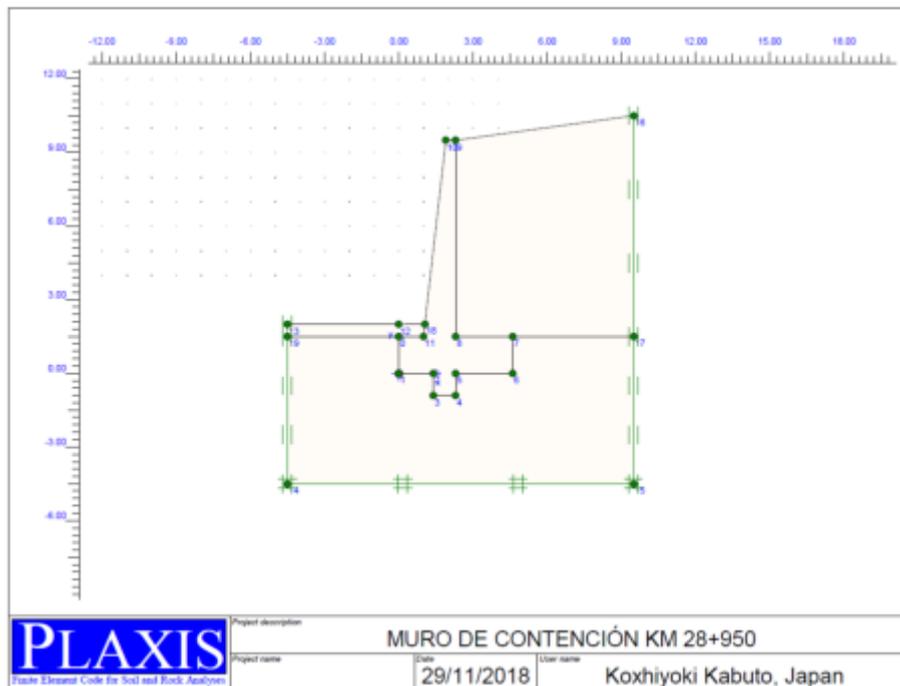
Se procede eligiendo la creación de nuevo proyecto, en este el muro de contención de concreto armado. (Ver figura 4.2)



**Figura 4.2** Creación de nuevo proyecto  
Elaborado por: Los autores

#### 4.5.2. Condiciones de contorno para el modelo

Se procede a delimitar el modelo asignándole condiciones de contorno. (Ver figura 4.3)



**Figura 4.3** Condiciones de contorno del modelo  
Elaborado por: Los autores

### 4.5.3. Asignación de las propiedades de los materiales

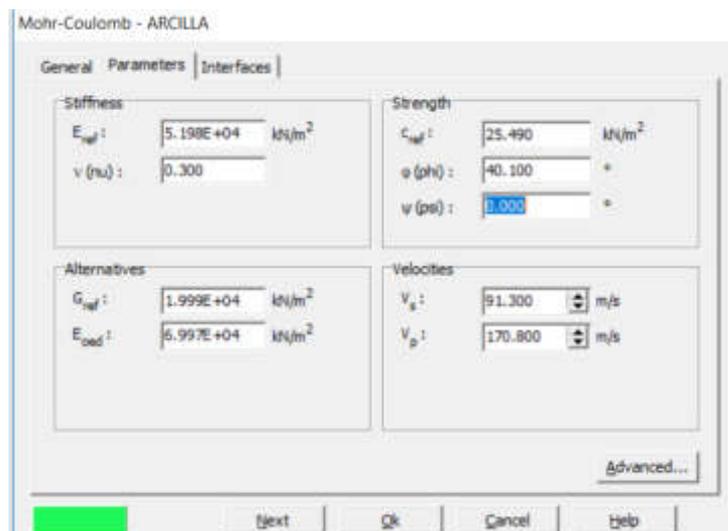
Se asignan las propiedades de los materiales a cada componente del modelo de acuerdo a la tabla 4.1

#### a. Material Arcilla

**Tabla 4.2.** Propiedades de la Arcilla

PARAMETRO	ARCILLA	UNIDAD
Modelo del material (Model).	MC	-
Tipo de comportamiento del material (Type).	drenado	-
Unidad de peso del suelo por encima del nivel freático ( Yunsat)	23.5	KN/m <sup>3</sup>
Unidad de peso del suelo por encima del nivel freático ( Ysat)	25	KN/m <sup>3</sup>
Permeabilidad horizontal (kx)	0.127	m/día
Permeabilidad vertical (ky)	0.127	m/día
Módulo de Young (Eref.)	51975.245	KN/m <sup>2</sup>
Relacion de Poisson (v)	0.3	-
Cohesión (cref)	25.49	KN/m <sup>2</sup>
Ángulo de fricción (φ)	40.1	°
Ángulo de dilatancia (Ψ)	0	°
Factor de reducción de la interfaz (Rinter)	-	-

Elaborado por: Los autores



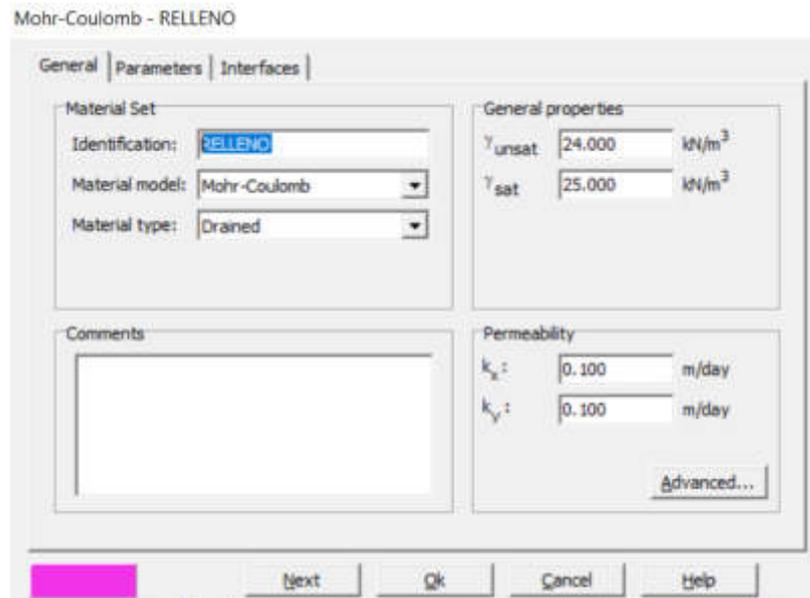
**Figura 4.4** Propiedades de los Materiales (Arcilla)  
Elaborado por: Los autores

**b. Material Relleno**

**Tabla 4.3.** Propiedades del Relleno

PARAMETRO	RELLENO	UNIDAD
Modelo del material (Model).	MC	-
Tipo de comportamiento del material (Type).	drenado	-
Unidad de peso del suelo por encima del nivel freático ( $\gamma_{unsat}$ )	24	KN/m <sup>3</sup>
Unidad de peso del suelo por encima del nivel freático ( $\gamma_{sat}$ )	25	KN/m <sup>3</sup>
Permeabilidad horizontal ( $k_x$ )	0.1	m/día
Permeabilidad vertical ( $k_y$ )	0.1	m/día
Módulo de Young (Eref.)	73549.875	KN/m <sup>2</sup>
Relacion de Poisson ( $\nu$ )	0.3	-
Cohesión ( $c_{ref}$ )	1	KN/m <sup>2</sup>
Ángulo de fricción ( $\phi$ )	35	°
Ángulo de dilatación ( $\psi$ )	0	°
Factor de reducción de la interfaz (Rinter)	-	-

Elaborado por: Los autores



**Figura 4.5** Propiedades de los Materiales (Relleno)

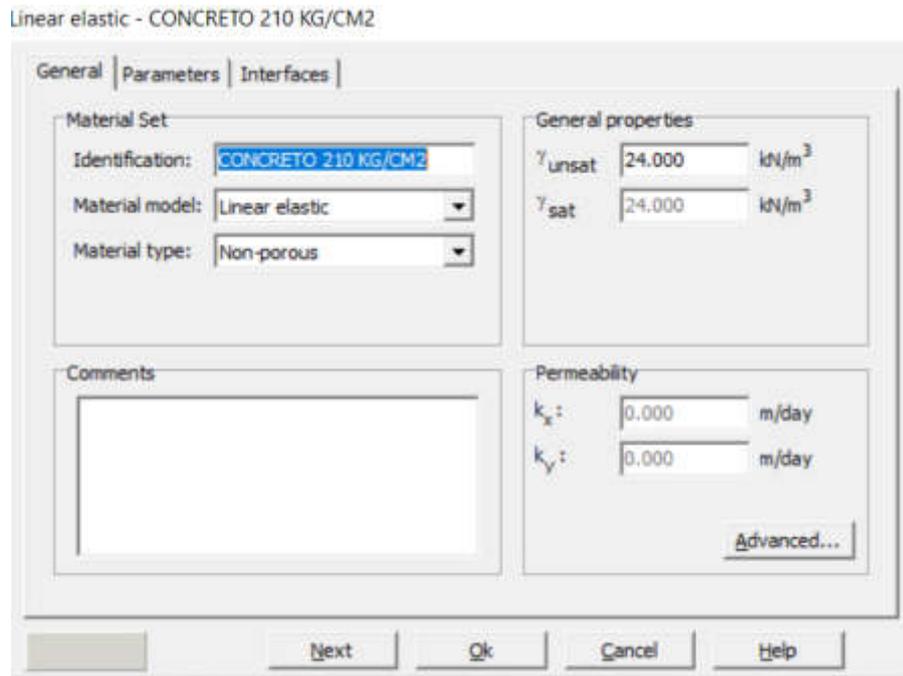
Elaborado por: Los autores

### c. Material Concreto

**Tabla 4.4.** Propiedades del Concreto

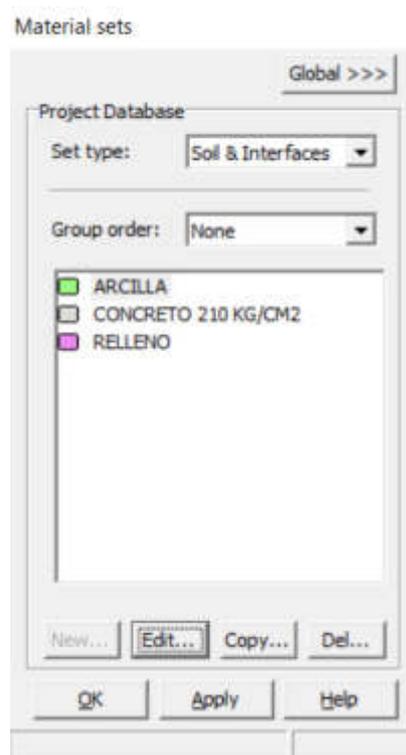
PARAMETRO	CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup>	UNIDAD
Modelo del material (Model).	Linear Elastic.	-
Tipo de comportamiento del material (Type).	No poroso	-
Unidad de peso del suelo por encima del nivel freático ( Yunsat)	24	KN/m <sup>3</sup>
Unidad de peso del suelo por encima del nivel freático ( Ysat)	-	KN/m <sup>3</sup>
Permeabilidad horizontal (kx)	-	m/día
Permeabilidad vertical (ky)	-	m/día
Módulo de Young (Eref.)	21316778.96	KN/m <sup>2</sup>
Relacion de Poisson (v)	0.2	-
Cohesión (cref)	-	KN/m <sup>2</sup>
Ángulo de fricción (φ)	-	°
Ángulo de dilatancia (Ψ)	-	°
Factor de reducción de la interfaz (Rinter)	rigid	-

Elaborado por: Los autores

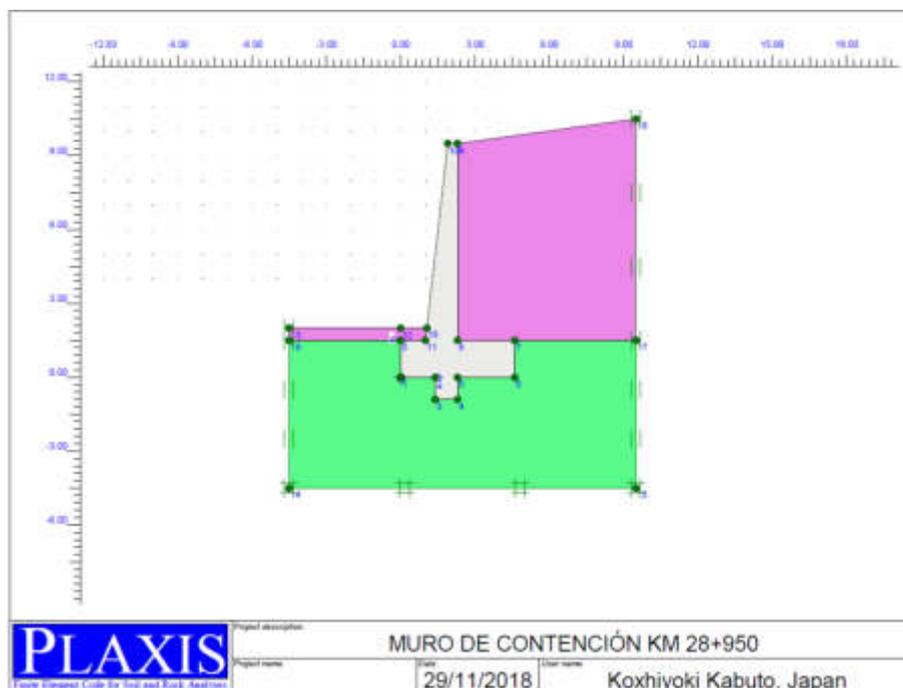


**Figura 4.6** Propiedades de los Materiales (Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )  
Elaborado por: Los autores

Una vez culminado la aplicación de las propiedades para cada componente del modelo se procede a distribuir el material correspondiente. (Ver figura 4.8)



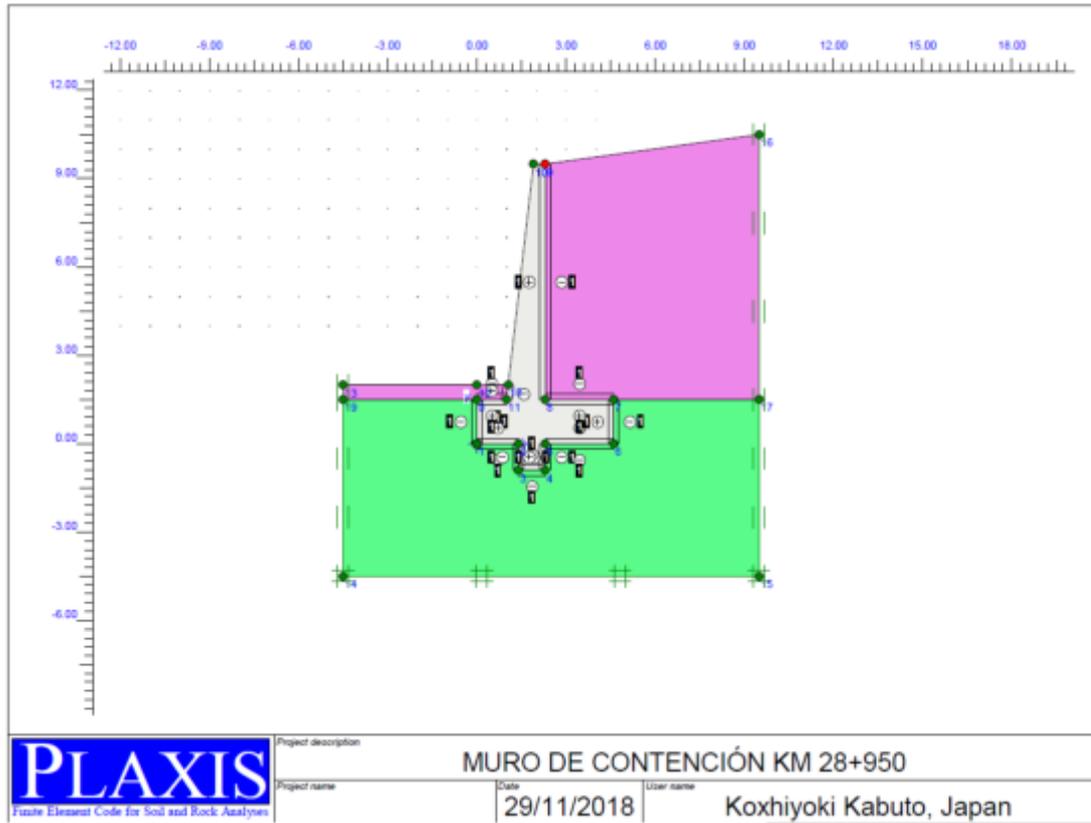
**Figura 4.7** Lista de materiales  
Elaborado por: Los autores



**Figura 4.8** Modelo General  
Elaborado por: Los autores

#### 4.5.4. Interface

Se delimita la zona de influencia del suelo – estructura. (Ver figura 4.9)



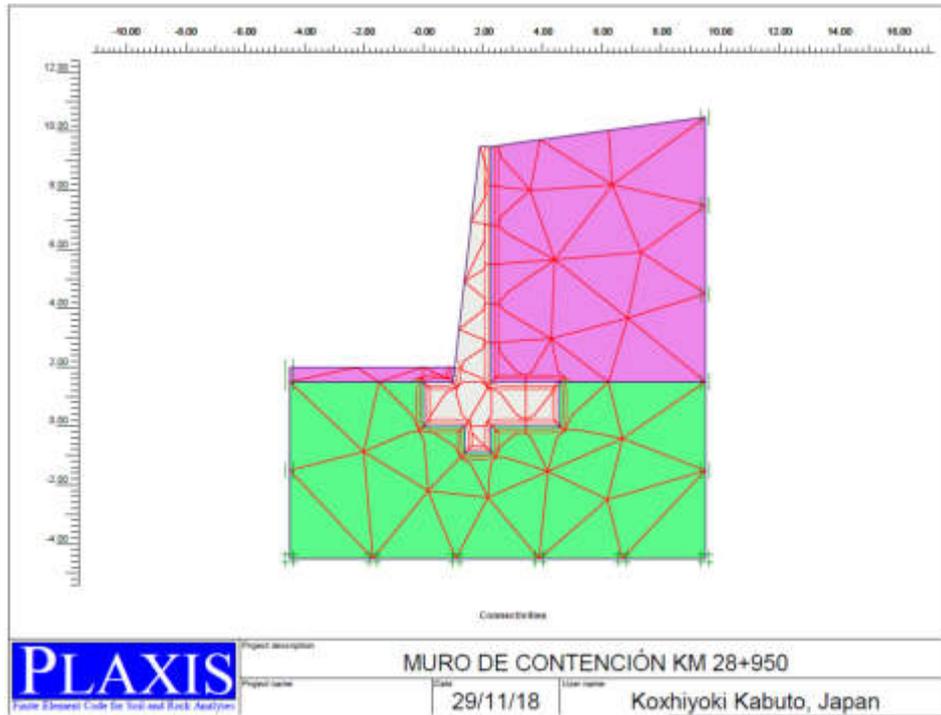
**Figura 4.9** Interface  
Elaborado por: Los autores

#### 4.6. Salida (OUTPUT)

Esta es la segunda etapa del proceso de datos del programa, que se muestran a continuación.

##### 4.6.1. Generación de malla

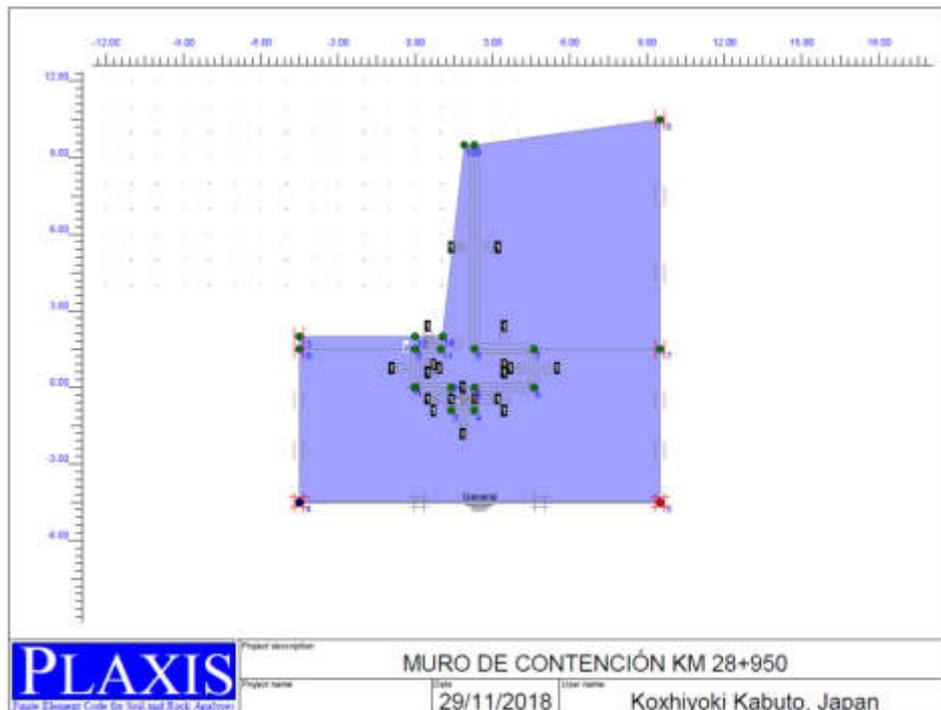
Se genera la malla de elementos finitos del modelo. (Ver figura 4.10)



**Figura 4.10** Generación de Mallas  
 Elaborado por: Los autores

#### 4.6.2. Generación de la Presión de poros

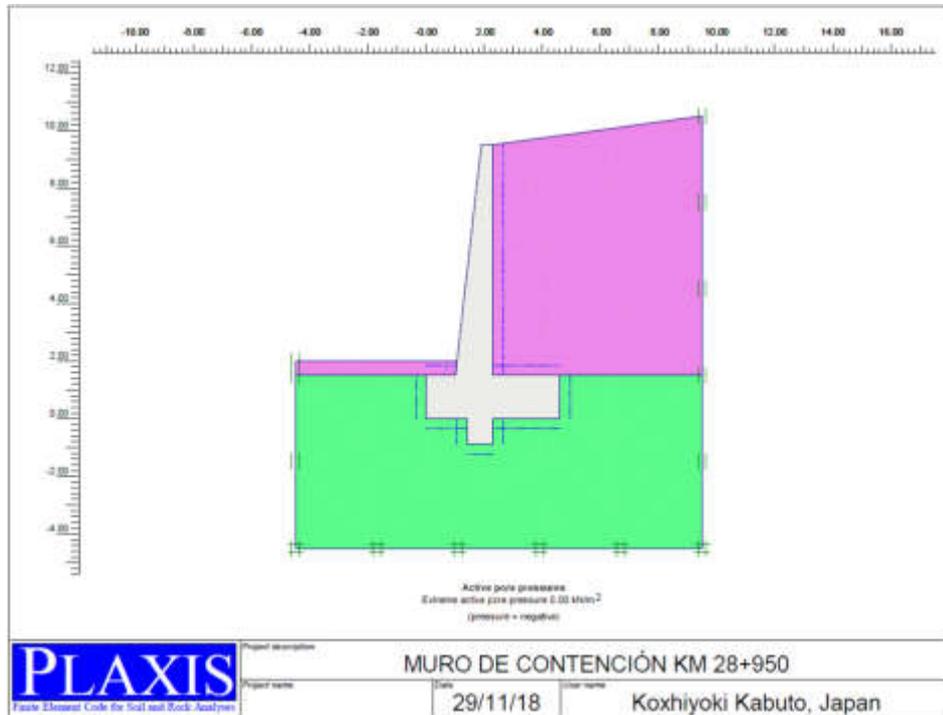
Se delimita la presión del nivel freático. (Ver figura 4.11)



**Figura 4.11** Nivel Freático  
 Elaborado por: Los autores

#### 4.6.3. Presiones efectivas por parte del agua

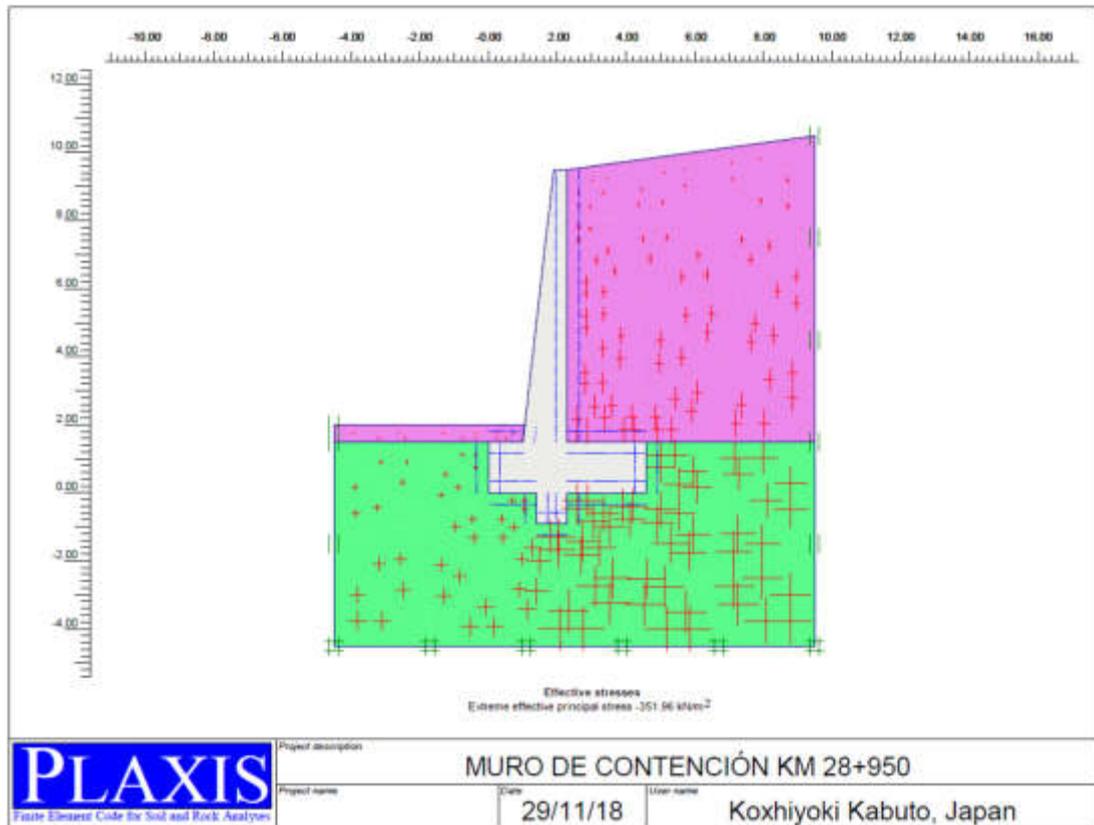
De acuerdo al procedimiento anterior se obtiene la presión máxima del agua (0.00 KN/m<sup>2</sup>). (Ver figura 4.12)



**Figura 4.12** Presiones efectivas por parte del agua  
Elaborado por: Los autores

#### 4.6.4. Tensiones Efectivas

De acuerdo al procedimiento anterior se obtiene la presión máxima del agua (351.96 KN/m<sup>2</sup>). (Ver figura 4.13)



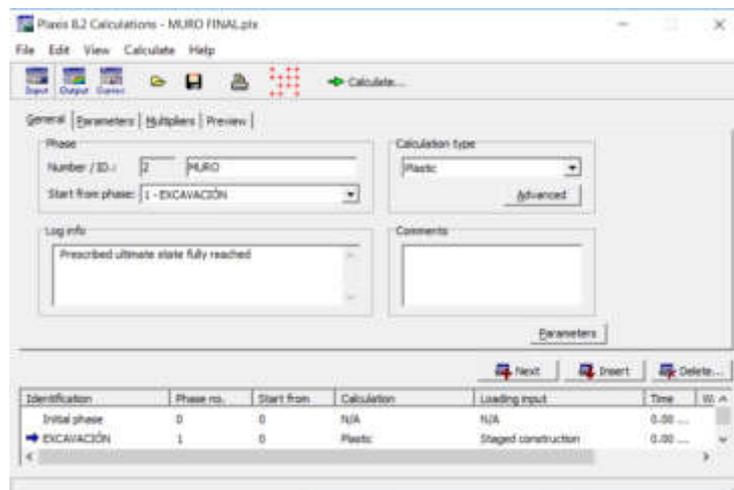
**Figura 4.13** Tensiones Efectivas  
Elaborado por: Los autores

#### 4.7. Cálculos

En el programa de cálculos se procede a describir cada etapa de la construcción del muro y así mismo evaluar cada una de ellas.

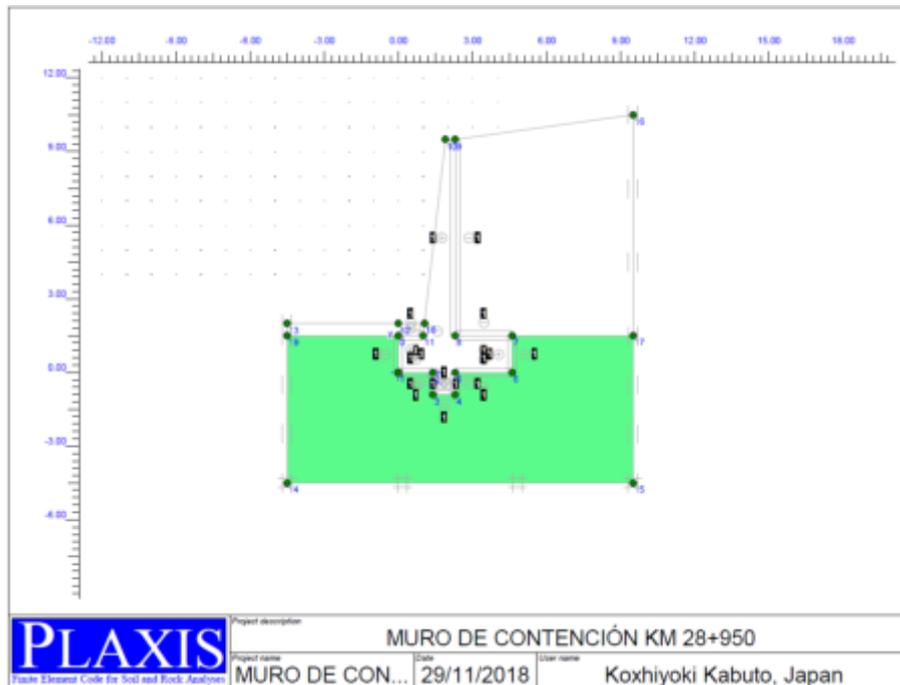
##### a. Excavación

En esta etapa se define la excavación del muro. (Ver figura 4.14)



**Figura 4.14** Puntos a Evaluar sobre la estructura  
Elaborado por: Los autores

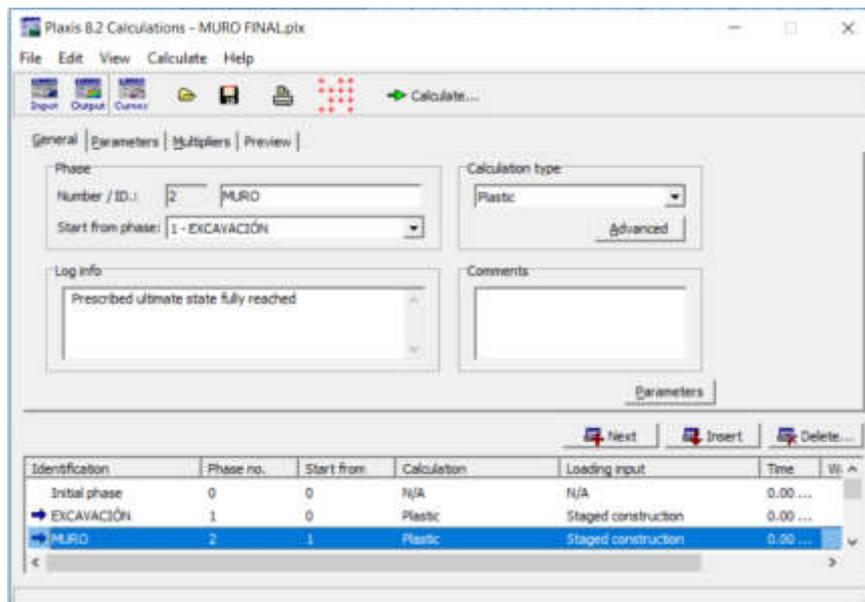
En la siguiente figura se puede apreciar que no se está considerando el relleno ni el muro del modelo.



**Figura 4.15** Fase CONSOLIDACIÓN EXCAVACIÓN  
 Elaborado por: Los autores

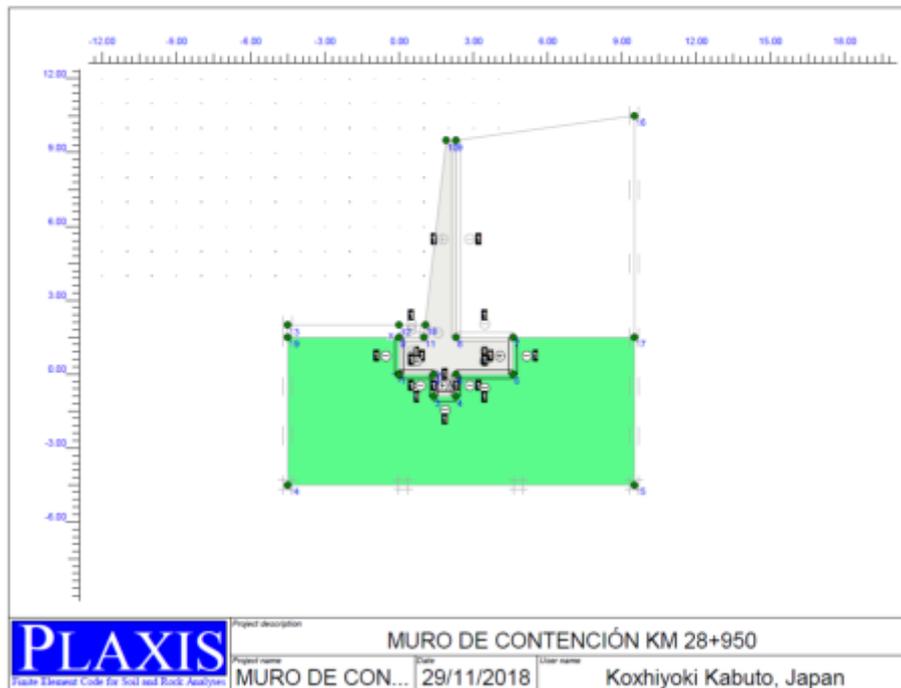
**b. Muro (Construcción)**

En esta etapa se define el muro (Construcción). (Ver figura 4.16)



**Figura 4.16** Puntos a Evaluar sobre la estructura  
 Elaborado por: Los autores

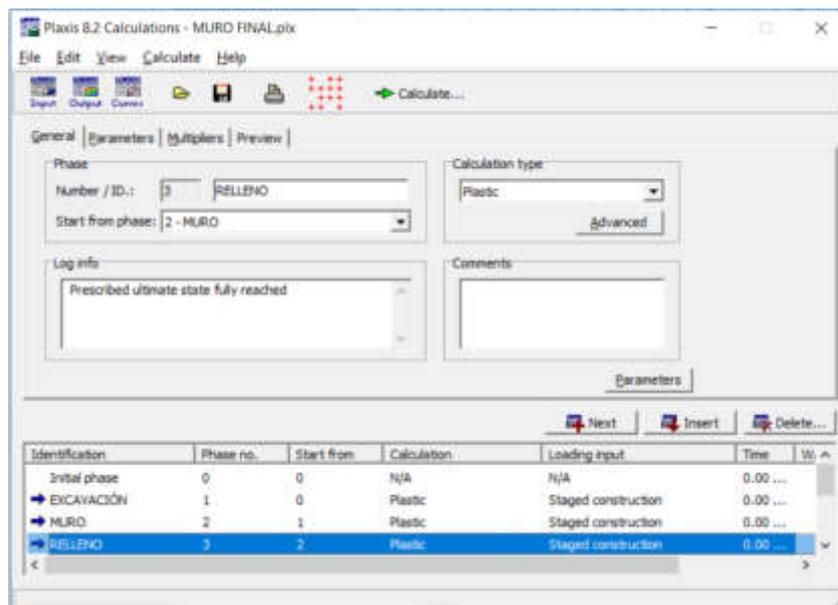
En la siguiente figura se puede apreciar que se está considerando la construcción del muro en el modelo.



**Figura 4.17** Fase CONSOLIDACIÓN MURO  
 Elaborado por: Los autores

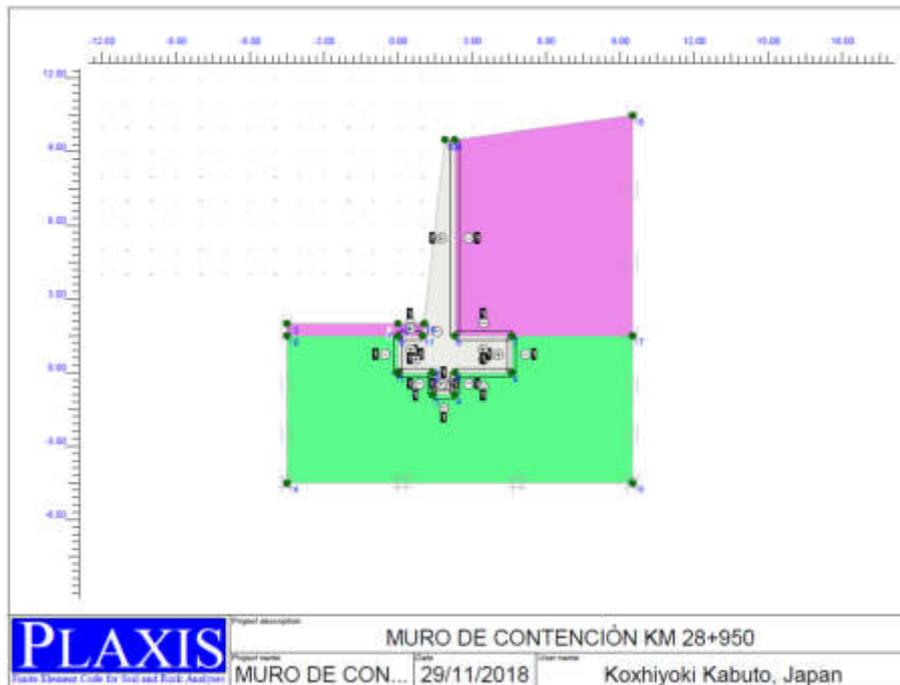
**c. Relleno**

En esta etapa se define el relleno. (Ver figura 4.18)



**Figura 4.18** Puntos a Evaluar sobre la estructura  
 Elaborado por: Los autores

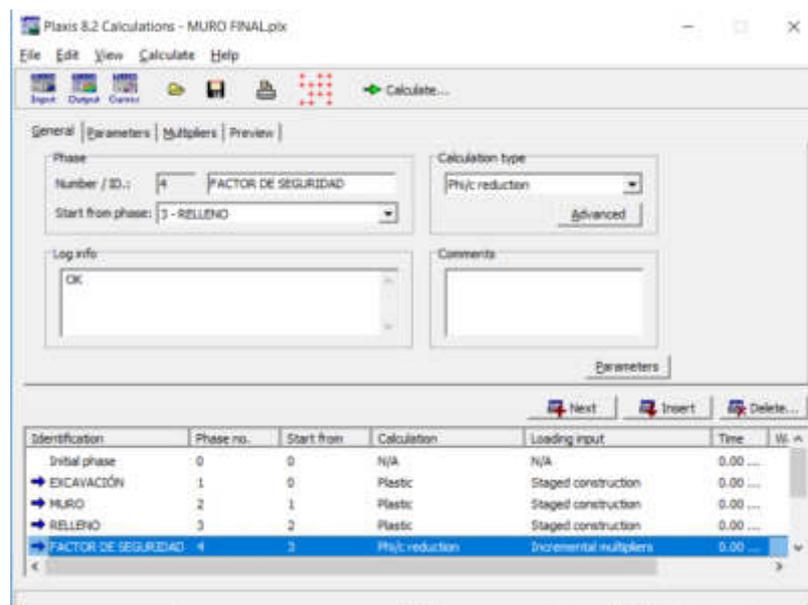
En la siguiente figura se puede apreciar que se está considerando el relleno para poder evaluar el modelo como se planteó inicialmente.



**Figura 4.19** Fase de CONSOLIDACIÓN RELLENO  
Elaborado por: Los autores

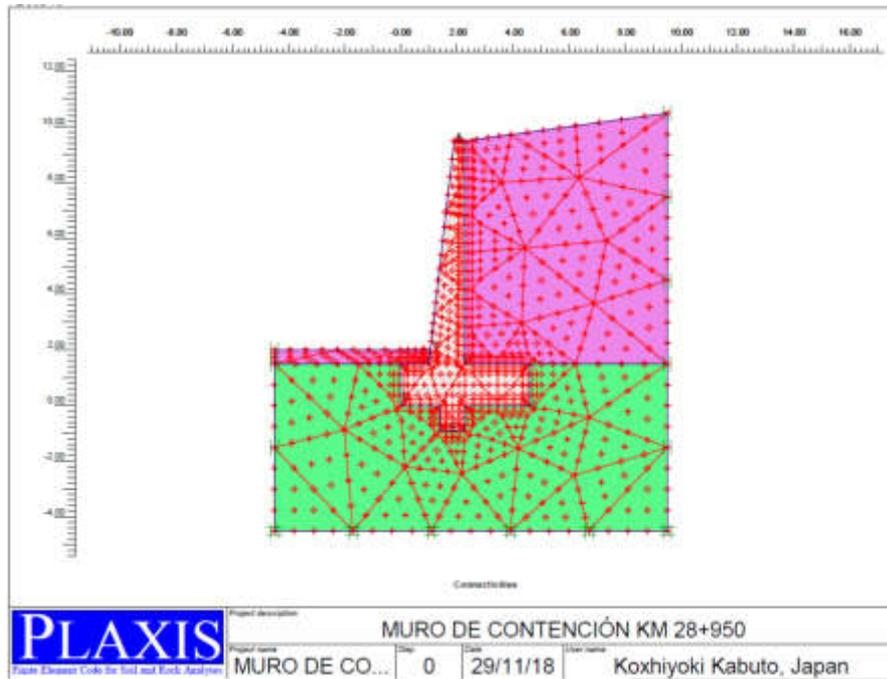
#### d. Factor de Seguridad

En esta etapa se define el factor de seguridad. (Ver figura 4.20)



**Figura 4.20** Puntos a Evaluar sobre la estructura  
Elaborado por: Los autores

En la siguiente figura se puede apreciar que se está designando los puntos más críticos del modelo para poder evaluar el factor de seguridad.



**Figura 4.21** Puntos a Evaluar sobre la estructura  
Elaborado por: Los autores

#### **e. Programa Final**

En la siguiente figura se puede apreciar que el programa final se ejecutó exitosamente. (Ver figura 4.22)

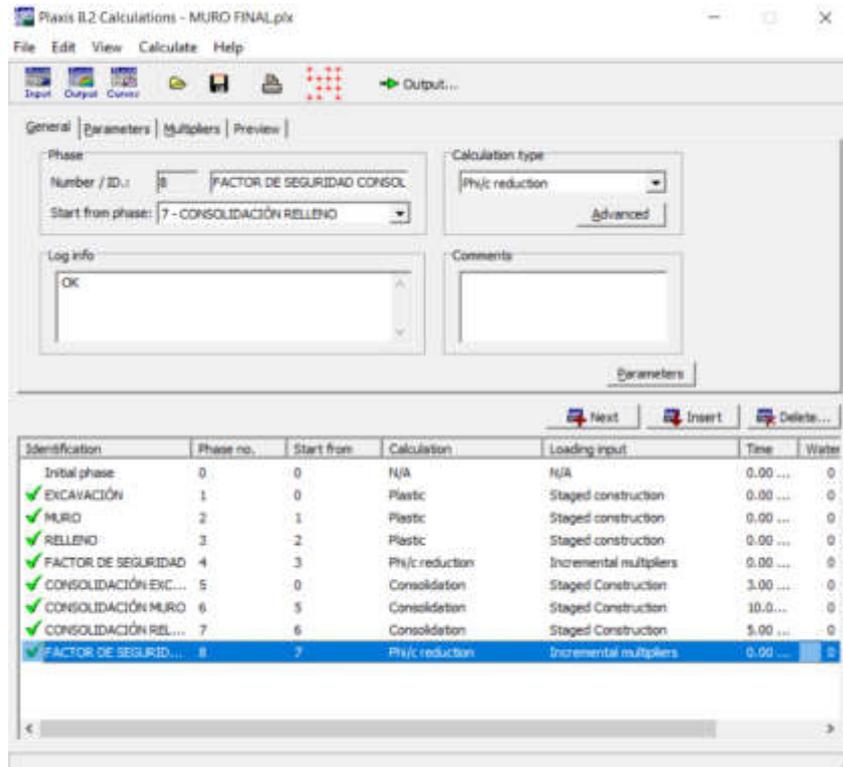


Figura 4.22 Ventana de Desplazamientos Totales  
Elaborado por: Los autores

## 4.8. Resultados

### a. Desplazamientos Totales (Arrow)

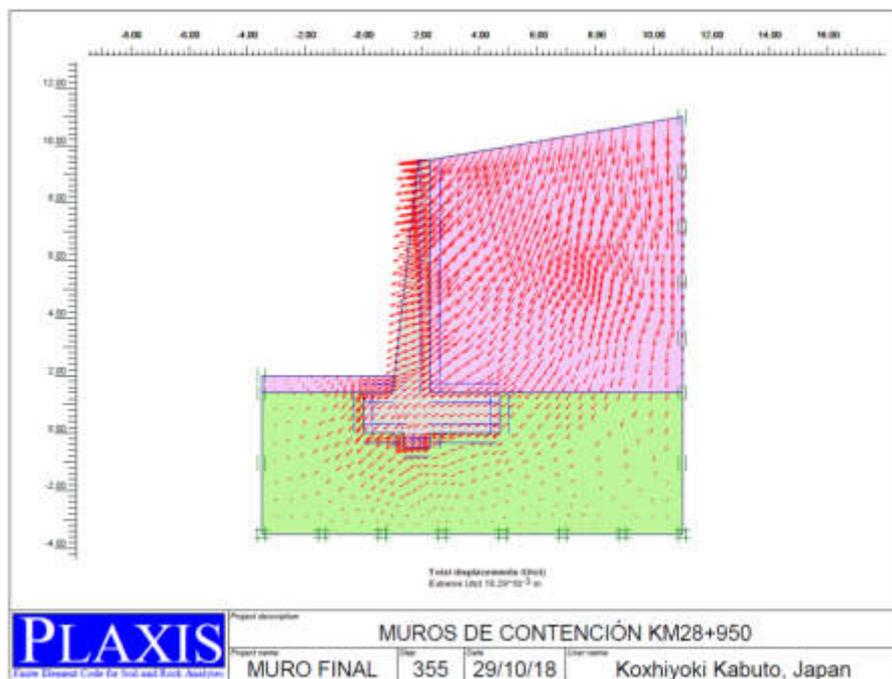
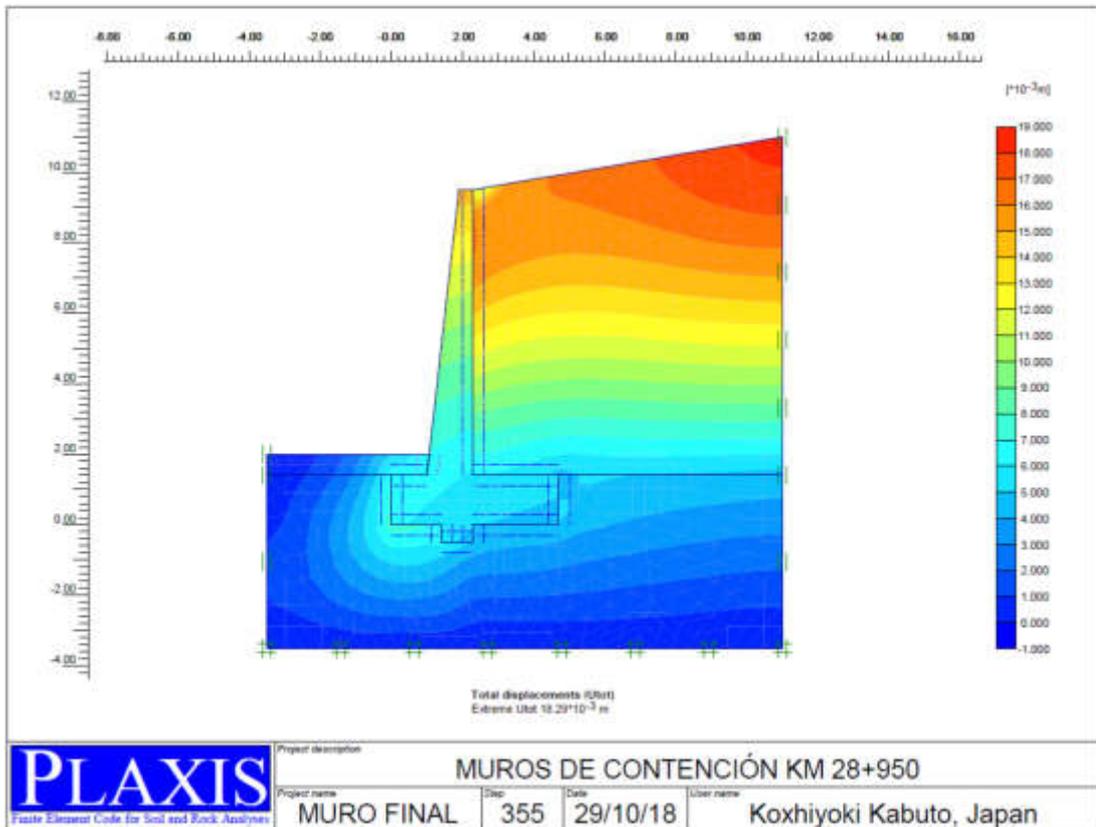


Figura 4.23 Desplazamientos Totales (Arrow)  
Elaborado por: Los autores

<b>Desplazamientos Máximos Totales</b>
--

PUNTO	X [m]	Y [m]	Ux [m]	Uy [m]
A	2.30	9.50	-0.0150	-
B	2.30	-0.90	-	-0.0030

**b. Desplazamientos Totales (Shadings)**



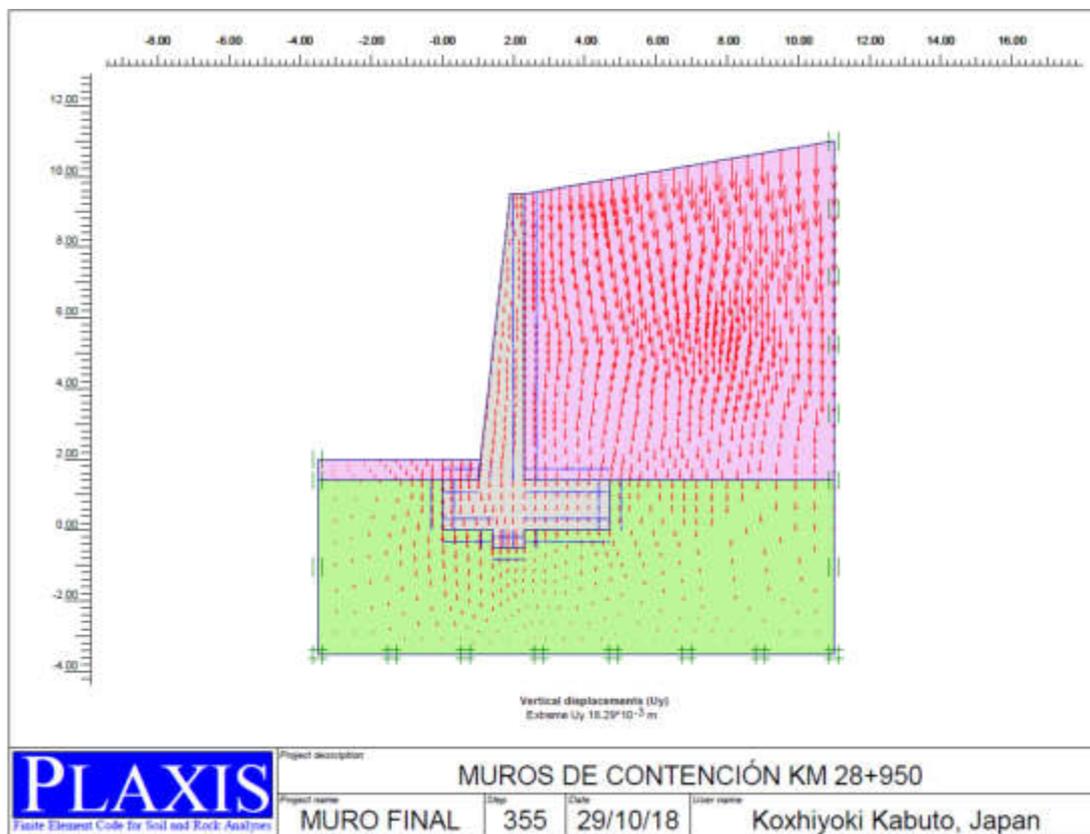
**Figura 4.24** Desplazamientos Totales (Shadings)  
Elaborado por: Los autores

<b>Desplazamientos Máximos Totales</b>
--

PUNTO	X [m]	Y [m]	Ux [m]	Uy [m]
A	2.30	9.50	-0.0150	-
B	2.30	-0.90	-	-0.0030

### c. Desplazamientos Verticales Totales (Arrow)

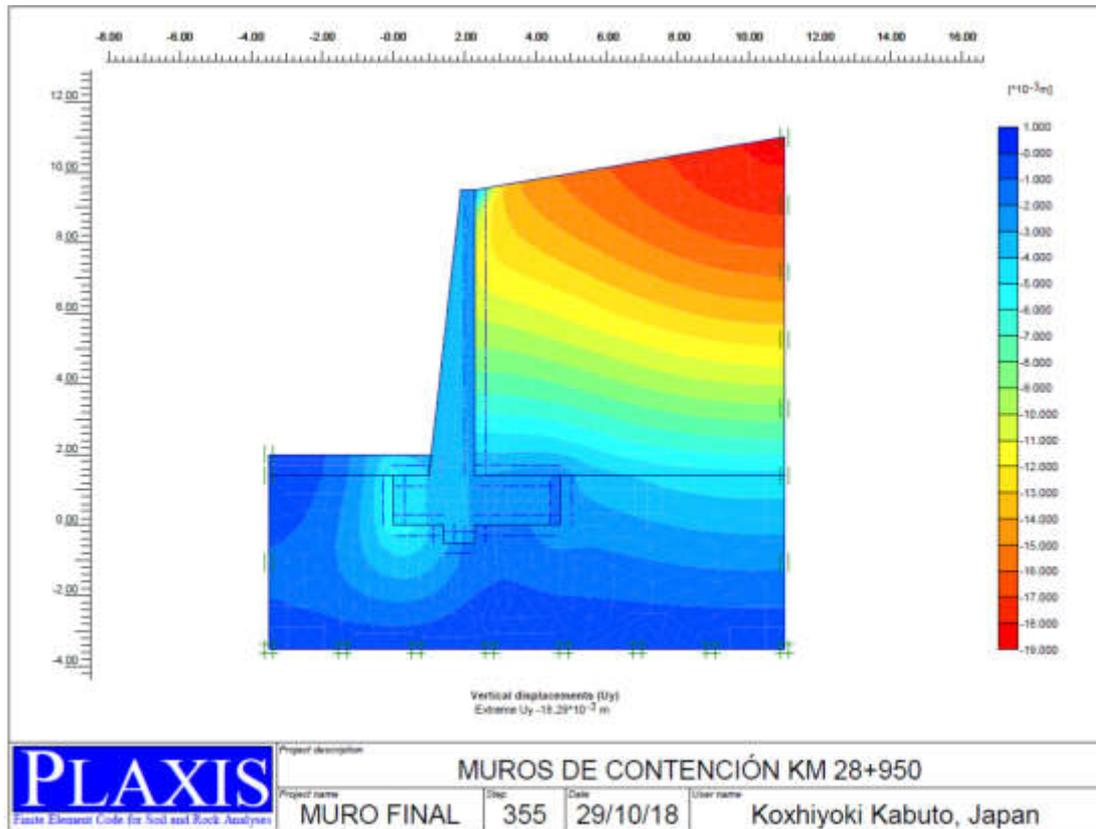
Se observa en la figura 4.25 los desplazamientos verticales del muro de contención en su etapa de resultados.



**Figura 4.25** Desplazamientos Verticales Totales (Arrow)  
Elaborado por: Los autores

Desplazamientos Máximos Verticales				
PUNTO	X [m]	Y [m]	Ux [m]	Uy [m]
B	2.30	-0.90	-	-0.0030

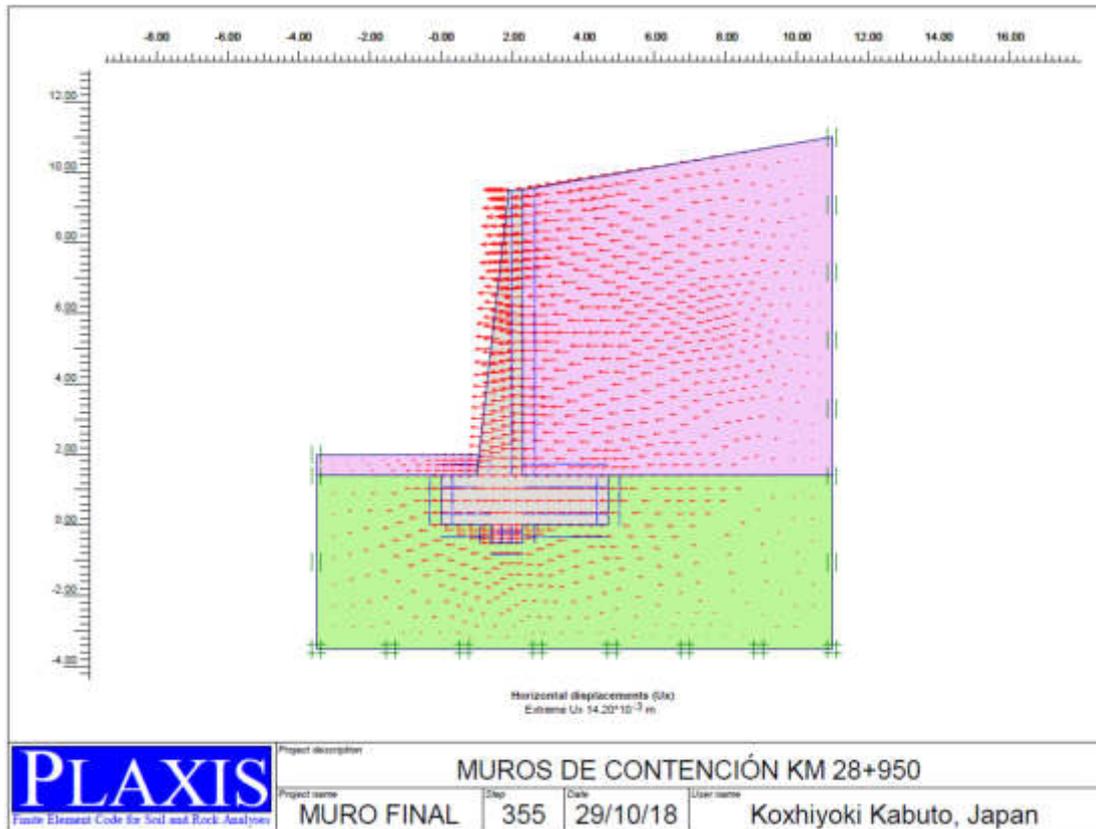
#### d. Desplazamientos Verticales Totales (Shadings)



**Figura 4.26** Desplazamientos Verticales Totales (Shadings)  
Elaborado por: Los autores

Desplazamientos Máximos Verticales				
PUNTO	X [m]	Y [m]	Ux [m]	Uy [m]
B	2.30	-0.90	-	-0.0030

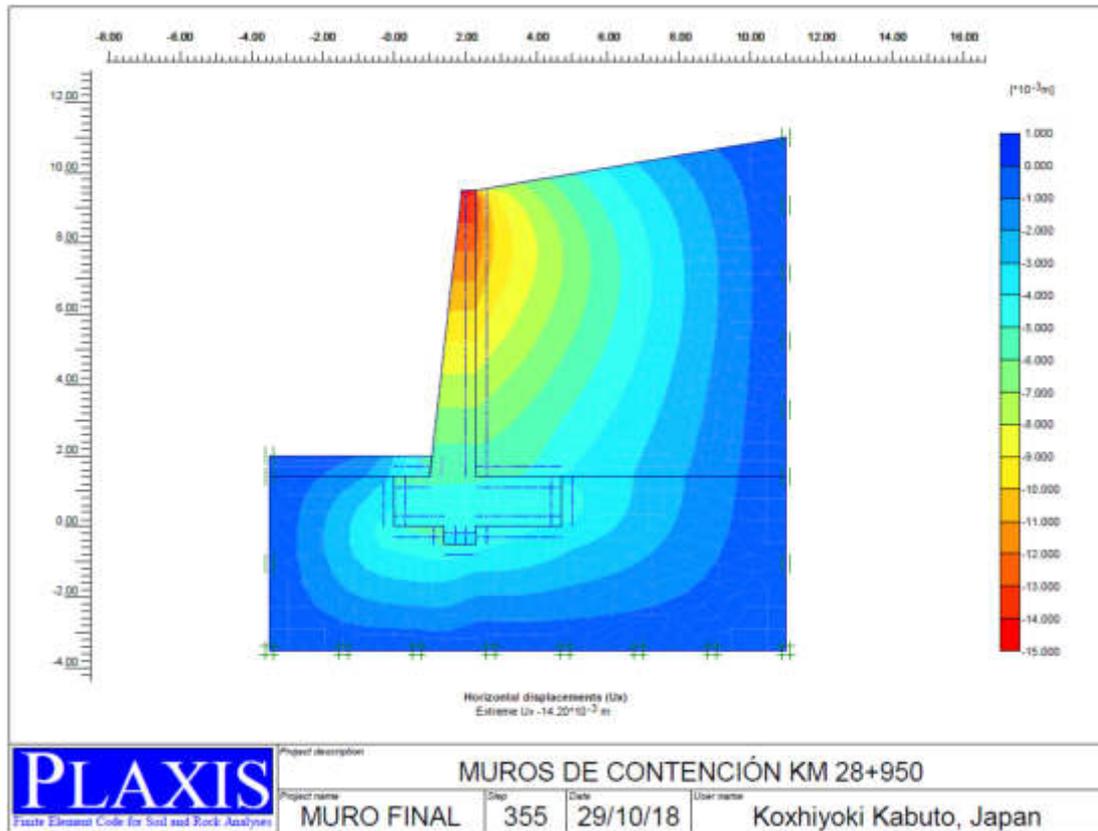
**e. Desplazamientos Horizontales Totales (Shadings)**



**Figura 4.27** Desplazamientos Horizontales Totales (Arrow)  
Elaborado por: Los autores

Desplazamientos Máximos Horizontales				
PUNTO	X [m]	Y [m]	Ux [m]	Uy [m]
A	2.30	9.50	-0.0150	-

f. Desplazamientos Horizontales Totales (Shadings)

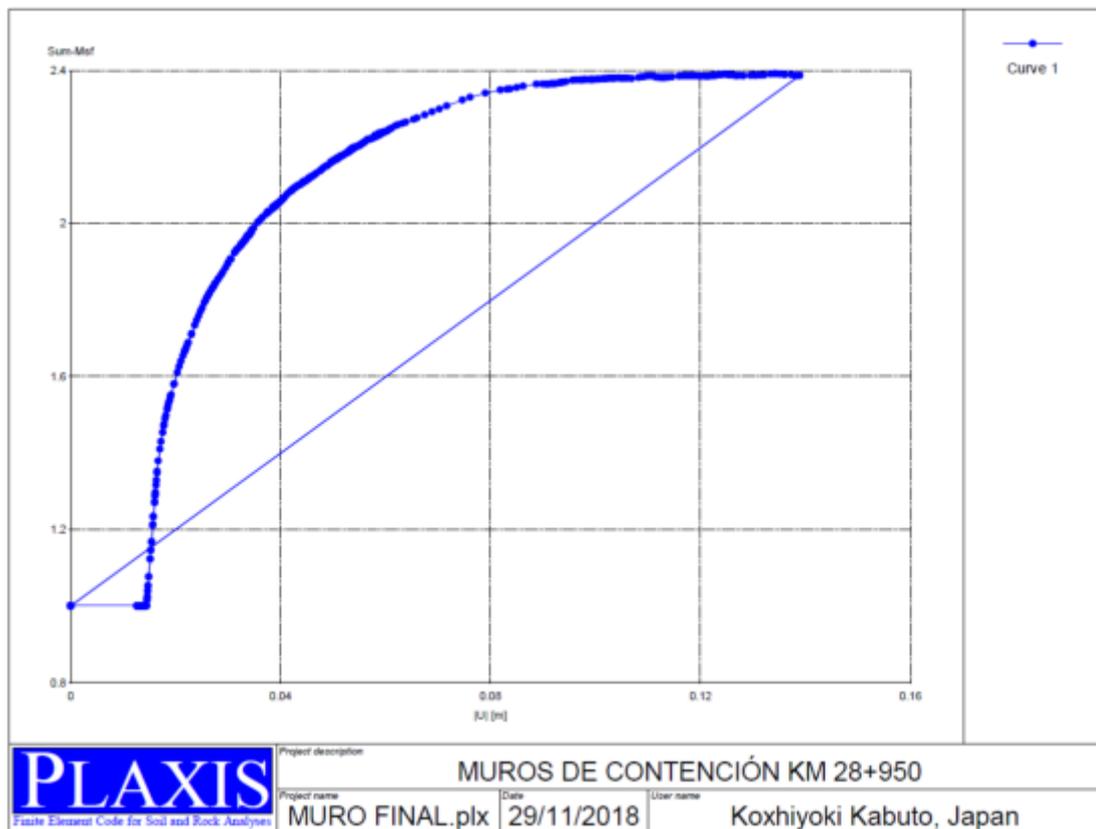


**Figura 4.28** Desplazamientos Horizontales Totales (Shadings)  
Elaborado por: Los autores

Desplazamientos Máximos Horizontales				
PUNTO	X [m]	Y [m]	Ux [m]	Uy [m]
A	2.30	9.50	-0.0150	-

#### 4.9. Curvas

Programa final de plaxis donde podemos observar las gráficas de los diferentes parámetros que queremos evaluar. En este caso el programa curvas nos servirá para poder conocer el factor de seguridad obtenido del modelo del muro de contención.



**Figura 4.29** Curva de Factor de Seguridad  
Elaborado por: Los autores

Como se puede apreciar en la figura 4.29 se observa cómo va el aumento del factor de seguridad a medida que aumentan las fases donde se está evaluando. Así mismo, se puede determinar que esta gráfica se establece en el rango de 2.2 a 2.4, siendo este el Factor de Seguridad Global para el muro de contención.

<b>Factor de Seguridad</b>
2.374

#### 4.10. Comprobación de resultados

La siguiente tabla de resumen se obtuvo en base a la modelación del muro de contención, en el cual se puede apreciar que para las deformaciones máximas horizontales no hay norma que limite el máximo y/o mínimo.

De la misma manera se puede apreciar que con el análisis y modelamiento del muro de contención con el programa Plaxis 2D, los resultados están cumpliendo con los parámetros establecidos por las distintas normas mencionadas en la tabla.

	<b>PLAXIS</b>	<b>NORMA CE.020</b>	<b>NORMA E.050</b>	<b>CONFORME</b>
Deformaciones Máximos Horizontales	0.015 m.	No se especifica	No se especifica	-
Asentamiento del Suelo	0.003 m.	No se especifica	< 0.01	<b>OK</b>
Factor de Seguridad	2.374	F.S.V > 2.00	F.S.V > 2.00	<b>OK</b>
		F.S.D > 1.50	F.S.D > 1.50	

## **CAPÍTULO V.**

### **DISCUSIÓN Y APLICACIONES**

Este capítulo indica la influencia directa de los estudios de mecánica de suelos en la aplicación del programa Plaxis 2D, también muestra los resultados de deformaciones, asentamientos y factor de seguridad del muro de contención de concreto armado que está en estudio.

- La aplicación del programa Plaxis 2D para el análisis y modelamiento en el muro de contención de concreto armado influye en el desarrollo para la obtención del cálculo de las deformaciones para corroborar que se cumplan con parámetros admisibles de la norma CE.020 de estabilización de taludes.
  
- La aplicación del programa Plaxis 2D para el análisis y modelamiento en el muro de contención de concreto armado influye en el desarrollo para la obtención del cálculo de los asentamientos para corroborar que se cumplan con parámetros admisibles de la norma CE.020 de estabilización de taludes.
  
- La aplicación del programa Plaxis 2D para el análisis y modelamiento en el muro de contención de concreto armado influye en el desarrollo del resultado del cálculo del factor de seguridad que corrobora el cumplimiento de los parámetros admisibles de la norma CE.020 de

estabilización de taludes y lo permitido de acuerdo al estudio de mecánica de suelos realizado en la misma zona.

- El estudio de mecánica de suelos es fuente primordial en el uso adecuado del programa Plaxis 2D para realizar el análisis y la modelación del muro de contención de concreto armado, en tanto el ensayo más recomendable y esencial para dar un buen manejo al programa es el ensayo Triaxial como data más completa y confiable.

## CONCLUSIONES

Las cinco conclusiones siguientes constituyen uno de los aportes más importante de este trabajo y están basadas en los resultados de esta investigación acerca del análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado.

- Se determinaron las deformaciones máximas a través de la aplicación del programa Plaxis 2D en el muro de contención de concreto armado y a su vez se verificó que se cumplan con parámetros admisibles de la norma CE.020 de estabilización de taludes.
- Se determinó el asentamiento máximo a través de la aplicación del programa Plaxis 2D en el muro de contención de concreto armado y a su vez se verificó que se cumplan con los parámetros admisibles de la norma CE.020 de estabilización de taludes.
- Se determinó el factor de seguridad a través de la aplicación del programa Plaxis 2D en el muro de contención de concreto armado y a su vez se verificó que se cumplan con los parámetros admisibles de la norma CE.020 de estabilización de taludes y con lo permitido de acuerdo al estudio de mecánica de suelos realizado en la misma zona.
- Los estudios de mecánica de suelos son primordiales en la aplicación

del programa Plaxis 2D para realizar el análisis y la modelación del muro de contención de concreto armado.

## RECOMENDACIONES

Después de analizar profundamente las conclusiones a las que se llegó en este estudio, se procedió a dar las siguientes cinco recomendaciones acerca del uso del programa Plaxis 2D, se espera que estas recomendaciones sirvan para el desarrollo de posteriores investigaciones relacionadas con el tema.

- Realizar el cálculo manual para determinar las deformaciones del muro de contención, para que posteriormente sean corroboradas con los resultados obtenidos a través del programa Plaxis 2D.
- Realizar el cálculo manual para determinar los asentamientos del muro de contención, para que posteriormente sean corroboradas con los resultados obtenidos a través del programa Plaxis 2D.
- Corroborar que el factor de seguridad siempre sea mayor a lo admisible según la norma CE.020, siendo el mínimo 1.5.
- Realizar los estudios de mecánica de suelos necesarios, primordialmente el Triaxial ya que es uno de los ensayos más completos y de data más confiable para el desarrollo del análisis y modelamiento de cualquier estructura que interaccione con el suelo.
- Para investigaciones futuras se recomienda tener en cuenta que para el

uso del programa Plaxis 2D es necesario el ensayo Triaxial, en especial es ensayo Triaxial consolidado drenado; dado que este ensayo brindará datos más precisos del comportamiento del suelo ante diversas condiciones y permitirá obtener resultados más fiables después de haber sido ingresados al programa. A su vez se recomienda una capacitación con algún especialista para poder absolver distintas interrogantes que se darán durante el uso del programa.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcahuamán Villanueva, V. A. (2016). *Análisis de Túneles Excavados con Tuneladora Mediante el Programa Plaxis*. Barcelona: Escola de Camins Escola Técnica d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports UPC BARCELONATECH.

Ballón Benavente, A., & Echenique Sosa, J. F. (2017). *Análisis de estabilidad de muros de contención de acuerdo a las zonas sísmicas del Perú*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Camargo García, C. A., & Gonzales Escamilla, A. L. (2011). *Modelamiento de problemas de estructuras de contención lateral mediante programa de elementos finitos*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander Facultad de Ingenieras Físico - Mecánicas Escuela de Ingeniería Civil.

Das, M. (2016). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*.

Díaz Díaz, Y. A., & López Alvarado, E. F. (2008). *Plaxis como herramienta de modelación para la solución de algunos problemas Geotécnicos reales en la ciudad de Punta Arenas*. Punta Arenas: Universidad de Magallanes Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería y Construcción.

Huancavelica, D. R. (2018). *Ampliación de muro de contención de falso Tunel KM 28+700-CHAQUUILLOCCLLA, de la carretera departamental HV-101, del Distrito de Daniel Hernandez, Provincia de Tayacaja, Departamento de Huancavelica*. Huancavelica.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales* (Vol. Mayo de 2016). Lima, Perú.

(2011). *Muros de Contención*. Castilla: Universidad de Castilla - La Mancha. Obtenido de [https://previa.uclm.es/area/ing\\_rural/Hormigon/Temas/Muros2011.pdf](https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hormigon/Temas/Muros2011.pdf)

Núñez Ruiz, D. A. (2014). *Análisis Comparativo de Modelación de Pilotes con Métodos de Coeficiente de Balasto y Elementos Finitos*. Valdivia, Chile.

Palacios Zambrano, L. P., & Toala Chávez, M. J. (2014-2015). *Diseño de dos muros de contención para el proyecto ciudad casa de la cultura de la ciudad de Portoviejo, Provincia de Manabí 2014-2015*. Manabí, Ecuador.

*Plaxis Versión 8 Manual de Referencia*. (2004). Delft: Plaxis b.v.

Pontificia Universidad Católica del Perú. (2012). *Guía de Laboratorio de Mecánica de Suelos*. LIMA: PUCP. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/314758517/MECANICA-DE-SUELOS-PUCP-pdf>

Tiznado Aitken, J. C. (2010). *Comportamiento Sísmico de estructuras rígidas de contención de suelos*. Santiago de Chile.

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo N° 1: Matriz de Consistencia	70
Anexo N° 3: Panel fotográfico	71
Anexo N° 4: Cronograma de avance	76
Anexo N° 5: Plano de Ubicación	77
Anexo N° 6: Plano Clave	78
Anexo N° 7: Ensayo de Permeabilidad	79
Anexo N° 8: Ensayo CBR	80
Anexo N° 9: Ensayo CBR	81
Anexo N° 10: Estudio de suelos	82
Anexo N° 11: Diseño de Muro de Contención	95
Anexo N° 12: Tabla de desplazamientos Totales del muro de contención	112
Anexo N° 13: Tabla de Factor de Seguridad muro de contención	201

ANEXOS

ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANÁLISIS Y MODELAMIENTO EN MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO ARMADO, MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA PLAXIS 2D EN LA CARRETERA HV-101 KM.28+950 SALCABAMBA – HUANCVELICA - PERÚ

Problema	Objetivos	Hipótesis	Operacionalización de las variables			Metodología
			Variables	Indicadores	Índices	
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Independiente</b>			<b>Tipo de investigación</b>
¿ Cómo determinar que se cumpla con los parámetros de la norma CE-020 mediante el uso del programa Plaxis 2D en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú?	Realizar el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado mediante el uso del programa Plaxis 2D, en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú; para verificar que cumpla con los parámetros de la norma CE-020.	Se verificó que en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú; cumple con los parámetros de la norma CE-020, usando del programa Plaxis 2D.	<b>Programa PLAXIS 2D</b>	Modelo del material	MC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño: Observacional y Prospectivo</li> <li>• Tipo: Aplicado</li> <li>• Enfoque: Cuantitativo</li> </ul>
				Tipo de comportamiento de Material	Drenado	
				Peso específico No Saturado	y unsat	
				Peso específico Saturado	y sat	<b>Población y Muestra</b> <b>1. Población</b> Para la presente investigación, la población de estudio será el Distrito de Salcabamba, Departamento de Huancavelica. <b>2. Muestra</b> Se considera como muestra de estudio el tramo HV-101 KM 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú.
				Permeabilidad Horizontal	Kx	
				Permeabilidad Vertical	Ky	
				Módulo de Young	E ref	
				Relación de Poisson	v	<b>Instrumentos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa PLAXIS 2D</li> <li>• Programa Excel</li> <li>• Norma CE 020</li> <li>• Norma MTC E 123</li> <li>• Norma MTC E 132</li> </ul>
				Cohesión	c ref	
				Ángulo de Fricción	$\phi$	
			Ángulo de dilatancia	$\psi$		
			<b>Dependiente</b>			<b>Procedimiento</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se obtendrá la muestra en la ubicación de trabajo.</li> <li>2. Se desarrollará el ensayo de CBR.</li> <li>3. Se desarrollará el ensayo de Permeabilidad.</li> <li>4. Obtenidos los resultados de los ensayos mencionados se procederá a realizar el análisis y modelamiento en el programa PLAXIS 2D.</li> <li>5. Finalmente se verificará que cumpla con los parámetros establecidos según las normas empleadas y del estudio de mecánica de suelos.</li> </ol>
			Deformaciones	cm. / mm.		
			Asentamiento	cm. / mm.		
			Factor de Seguridad Vuelco	$\geq 2.0$		
			Factor de Seguridad Desliza.	$\geq 1.5$		
			<b>Análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado</b>	Mecánica de suelos	Peso específico No Saturado	y unsat
					Peso específico Saturado	y sat
					Permeabilidad Horizontal	Kx
					Permeabilidad Vertical	Ky
					Módulo de Young	E ref
					Relación de Poisson	v
					Cohesión	c ref
					Ángulo de Fricción	$\phi$
					Ángulo de dilatancia	$\psi$
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>				
¿ Cómo determinar las deformaciones mediante el uso del programa Plaxis 2D en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú?	Realizar el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú, mediante el uso del programa Plaxis 2D para determinar las deformaciones.	El programa Plaxis 2D determino las deformaciones del muro de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú				
¿ Cómo determinar el asentamiento del suelo mediante el uso del programa Plaxis 2D en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú?	Realizar el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú, mediante el uso del programa Plaxis 2D para determinar las asentamiento del suelo.	El programa Plaxis 2D determino el asentamiento del suelo del muro de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú				
¿ Cómo determinar el factor de seguridad mediante el uso del programa Plaxis 2D en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica – Perú?	Realizar el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú, mediante el uso del programa Plaxis 2D para determinar el factor de seguridad del suelo.	El programa Plaxis 2D determino el factor de seguridad del suelo del muro de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica Perú				
¿Cuál es la incidencia de los estudios de mecánica de suelos para el análisis y modelamiento de muro de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú?	Determinar la incidencia de los estudios de mecánica de suelos en el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú	Los estudios de mecánica de suelos incide en los parámetros para el análisis y modelamiento de muros de contención de concreto armado en la carretera HV-101 Km. 28 + 950 Salcabamba – Huancavelica - Perú				

Elaborado por: Los autores

**ANEXO N° 3: PANEL FOTOGRÁFICO**



[Fotografía de los autores]. Carretera HV-101 Km 28+950 Salcabamba – Huancavelica - Perú  
Reconocimiento de campo



[Fotografía de Jhon Rivera]. Carretera HV-101 Km 28+950 Salcabamba – Huancavelica – Perú  
Reconocimiento de campo



[Fotografía de Jey Mamani]. Carretera HV-101 Km 28+950 Salcabamba – Huancavelica - Perú  
Reconocimiento de campo



[Fotografía de Jhon Rivera]. Carretera HV-101 Km 28+950 Salcabamba – Huancavelica - Perú  
Reconocimiento de campo



[Fotografía de los autores]. Carretera HV-101 Km 28+950 Salcabamba – Huancavelica - Perú  
Toma de muestras



[Fotografía de los autores]. Carretera HV-101 Km 28+950 Salcabamba – Huancavelica - Perú  
Toma de muestras



[Fotografía de los autores]. Carretera HV-101 Km 28+950 Salcabamba – Huancavelica - Perú  
Toma de muestras



[Fotografía de Jhon Rivera]. Carretera HV-101 Km 28+950 Salcabamba – Huancavelica - Perú  
Transporte de muestras



[Fotografía de Jhon Rivera]. Carretera HV-101 Km 28+950 Salcabamba – Huancavelica - Perú  
Transporte de muestras

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

"ANÁLISIS Y MODELAMIENTO EN MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO ARMADO MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA PLAXIS 2D EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL HV-101 KM. 28 + 950 SALCABAMBA - HUANCAMELICA"																	
ACTIVIDADES	AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17
Propuesta de Tesis	■																
Definición del Título (Matriz de consistencia)	■	■	■	■													
Recopilación de información y toma de muestras					■	■	■	■	■								
Realización de ensayos proyectados en el proyecto										■	■						
Procesamiento de resultados e interpretación											■	■					
Revisión, ordenamiento de información y levantamiento de observación													■	■	■	■	
Presentación del Proyecto (Sustentación)																	■

ANEXO N° 5: PLANO DE UBICACIÓN

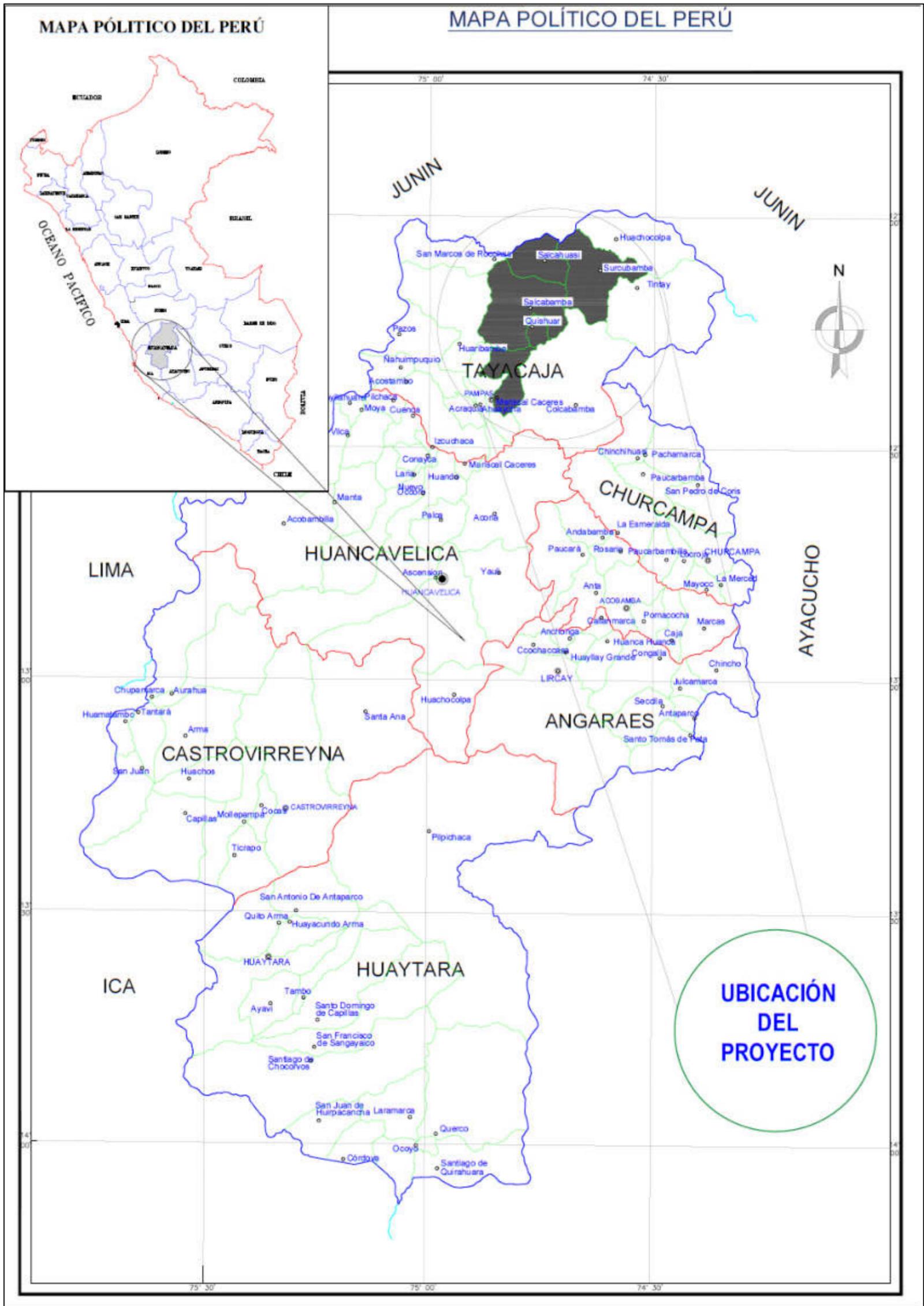


Figura 5.1 Plano de ubicación

Fuente: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Huancavelica

ANEXO N° 6: PLANO CLAVE

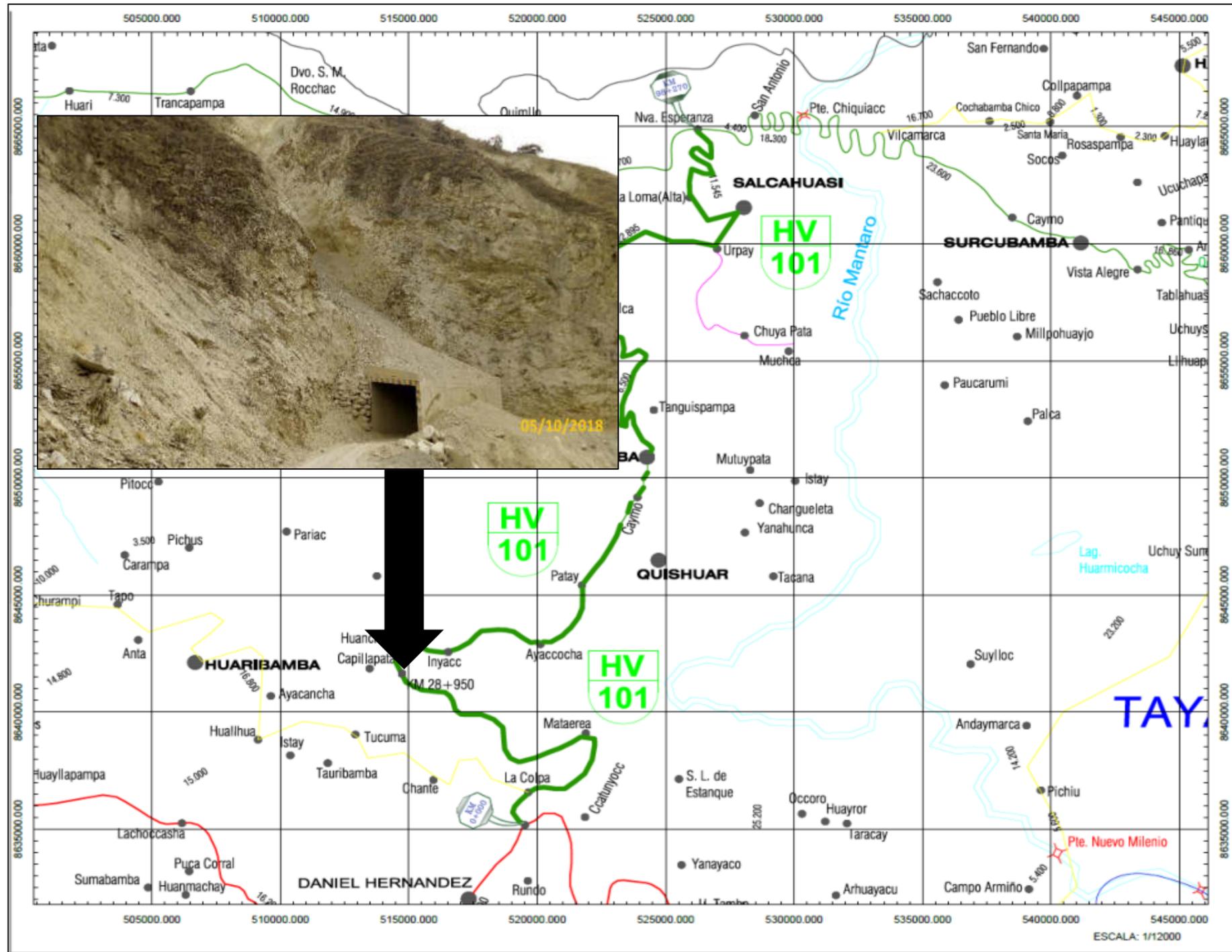


Figura 5.2 Plano clave  
 Fuente: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Huancavelica, 2018

## ANEXO N° 7: ENSAYO DE PERMEABILIDAD



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN  
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS  
 INFORME DOT.C - LMS 139/2018

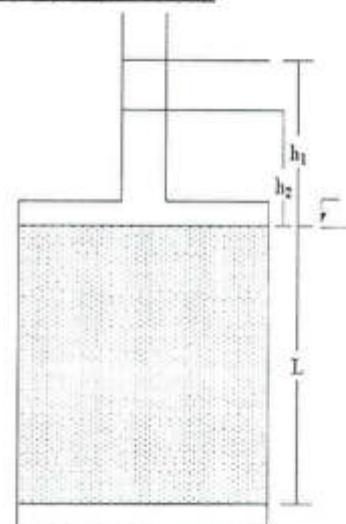
SOLICITANTE : JHON RIVERA ZAMORA Y JEY DAY MAMANI BARRIGA  
 PROYECTO : CARRETERA DEPARTAMENTAL HV - 101 KM. 28+950 DISTRITO SALCABAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCABELICA  
 UBICACIÓN : KM. 28+950 SECTOR CHAQUIHUAYCCO  
 CALICATA : M - 1  
 PROFUNDIDAD : 0.50 m.  
 FECHA : La Molina, 26 de octubre de 2018

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE ASTM - D 5084

Fecha de Ensayo : 24-10-18  
 Lect. Inicial : 1.950 cm  
 Lect. Final : 1.540 cm  
 Tiempo : 300 seg  
 Diametro de muestra : 9.9 cm  
 Altura de muestra : 18.00 cm  
 Densidad Natural : 1.80 gr/cm<sup>3</sup>  
 Humedad : 2.78%

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left( \frac{h_1}{h_2} \right) \times Rt$$

$$k_{20} = 1.4743 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$



Observación : Densidad proporcionada por solicitante.

M.M.R.  
 Téc. Mec. De Suelos



Ing. Hermes A. Valdivia A.  
 Jefe Lab. Mecánica de Suelos

# ANEXO N° 8: ENSAYO CBR



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

DOT.C - LMS - 139/2018

ENSAYO DE CBR ASTM D 1553			
SOLICITANTE	:	JHON RIVERA ZAMORA Y JEY DAY MAMANI BARRIGA	CALICATA : M-1
PROYECTO	:	CARRETERA DEPARTAMENTAL HV - 101 KM. 28+950 DISTRITO SALCABAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCABALLA	MUESTRA : MAB
UBICACIÓN	:	KM. 28+950 SECTOR CHAQUIHUAYCCO	PROFUNDIDAD : 0.50 m
Fecha	:	26/10/2018	Téc. : M.M.R.

		1		3		2	
		5	56	5	25	5	10
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde+suelo húmedo (gr)		12512	12705	12698	13254	11954	12491
Peso de molde (gr)		6645	6645	7535	7535	6829	6805
Peso del suelo húmedo (gr)		5667	5620	5363	5719	5129	5610
Volumen del molde (cm3)		2317	2317	2317	2317	2317	2317
Densidad húmeda (gr/cm3)		2.446	2.555	2.315	2.468	2.214	2.421
Densidad seca (gr/cm3)		2.29	2.29	2.18	2.18	2.08	2.08
Tarro N°							
Tarro + Suelo húmedo (gr)		249.6	199.7	201.1	185.7	176.1	176.4
Tarro + Suelo seco (gr)		234.5	172.4	190.2	185.2	166.3	164.2
Peso del Agua (gr)		14.10	17.25	10.83	20.46	9.77	23.14
Peso del tarro (gr)		23.75	21.25	21.31	12.43	12.88	15.86
Peso del suelo seco (gr)		211.8	151.2	169.9	152.8	153.4	142.4
Humedad (%)		6.66	11.41	6.41	13.35	6.37	16.26
Expansión (%)		0.00		0.00		0.00	

PROCTOR MODIFICADO-MTC E-115 - 2000 "B"					
		5	5	5	5
N° Capa		56	56	56	56
Golpes por capa N°					
Peso molde+suelo húmedo (gr)		6162	5443	6905	6921
Peso de molde (gr)		4210	4210	4210	4210
Peso del suelo húmedo (gr)		2152	2233	2295	2311
Volumen del molde (cm3)		943	943	943	943
Densidad húmeda (gr/cm3)		2.282	2.368	2.434	2.451
Densidad seca (gr/cm3)		2.23	2.27	2.29	2.26
Tarro N°					
Tarro + Suelo húmedo (gr)		163.2	234.8	199.9	201.3
Tarro + Suelo seco (gr)		150.6	225.3	189.3	186.3
Peso del Agua (gr)		3.63	9.50	10.56	15.00
Peso del tarro (gr)		11.50	14.25	22.11	12.50
Peso del suelo seco (gr)		148.1	211.0	167.2	173.7
Humedad (%)		2.45	4.50	6.31	8.64

PENETRACION													
PENETRACION	pulg	MOLDE N° 1				MOLDE N° 3				MOLDE N° 2			
		CARGA				CARGA				CARGA			
		Oat (div)	Lb	Lb/pul²	%	Oat (div)	Lb	Lb/pul²	%	Oat (div)	Lb	Lb/pul²	%
0.000	0	0			0	0			0	0			
0.025	62	482			37	280			17	129			
0.050	135	1023			71	538			41	311			
0.075	198	1408			116	879			62	470			
0.100	224	1697	0.57	56.6	152	1152	0.38	36.4	66	636	0.21	21.2	
0.200	345	2614			245	1856			158	1180			
0.300	453	3432			324	2455			186	1408			
0.400	542	4108			385	2917			201	1520			
0.500	607	4561			457	3424			221	1674			

Ing. Hermés Valdivia Acosta  
 Jefe de Lab. Mec. de Suelos

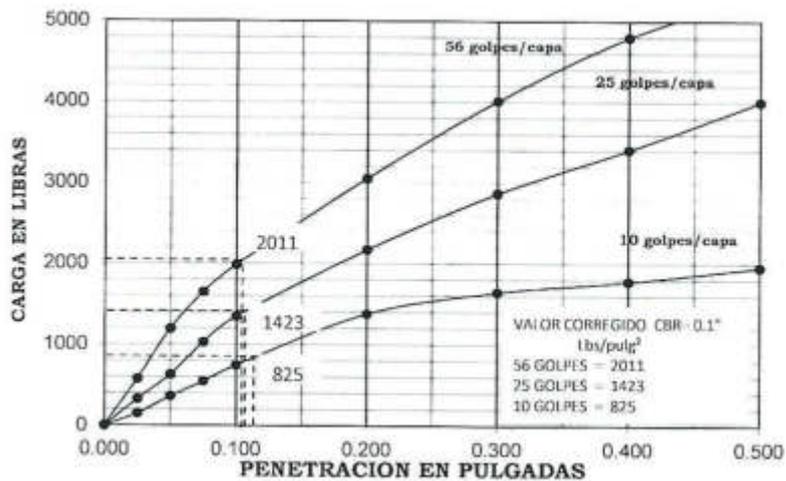
# ANEXO N° 9: ENSAYO CBR



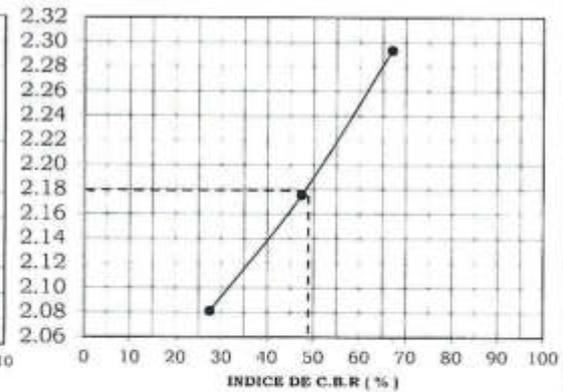
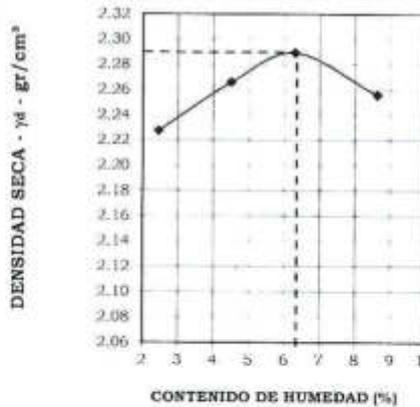
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
ENSAYO DE C.B.R. ASTM D - 1883

Solicitante	: JHON RIVERA ZAMORA Y JEY DAY MAMANI BARRIGA	Expediente:	
Proyecto	: CARRETERA DEPARTAMENTAL HV - 101 KM. 28+950 DISTRITO SALCABAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA		DOT.C - LMS 139/2018
Ubicación	: KM. 28+950 SECTOR CHAQUIHUAYCCO	Técnico	: M.M.R
Calicata	: M-1	Fecha	: 26/10/2018
Muestra	: MAB Profundidad : 0.50 m.		

Densidad Seca Máxima	:	2.29	gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	:	6.41	%
C.B.R. 0.1" - 95 % D.S.M.	:	49.03	%
C.B.R. 0.1" - 100 % D.S.M.	:	67.03	%
Expansión	:	0.00	%



Proctor Modificado MTC E-115 - 2000 "B"



## **ANEXO N° 10: ESTUDIO DE SUELOS**

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

A quien corresponda

La Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Huancavelica, a través de la Dirección de Caminos y Oficina de Caminos Departamentales, brinda autorización con fines única y exclusivamente académicos como fuente de información para el desarrollo de una investigación, el proyecto "ATENCIÓN DE LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL HV-101 TRAMO: EMP. PE-3SD (DV. SALCABAMBA)-PUQUIURO-DV. SAN JUAN DE PALTARUMI-CAPILLAPATA-AYACOCHA-CAYMO-SALCABAMBA-PALCA-SALCAHUASI-NVA. ESPERANZA, AFECTADO POR LAS LLUVIAS Y PELIGROS ASOCIADOS", FALSO TUNEL.

Atentamente,

  
GOBIERNO REGIONAL DE HUANCAMELICA  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
Ing. Juan Peña Anccasi  
CAMINOS DEPARTAMENTALES



**MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS**

**RUC:10198013507**

**INGENIERO CIVIL / AGRONOMO, CIP 36456**

Especialista en Geología  
Mecánica de Suelos y Estudios Especiales



## **ENSAYOS DE CALICATA N° 1**

MACEDONIO P. RAMOS CÁRDENAS  
ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

---

LA EMPRESA TE ESTUDIA Y CONSTRUYE SAC. LE PROPORCIONA LA CALIDAD QUE TU PROYECTO REQUIERE. APORTANDO CON EL DESARROLLO DEL PERU

Fuente: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Huancavelica



**MACEDONIO PEDRO RAMOS CárDENAS**

**RUC: 10198013507**

**INGENIERO CIVIL / AGRONOMO, CIP 36456**

Especialista en Geología  
Mecánica de Suelos y Estudios Especiales



## PERFIL ESTRATIGRAFICO

  
MACEDONIO P. RAMOS CárDENAS  
ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

---

LA EMPRESA TE ESTUDIA Y CONSTRUYE SAC. LE PROPORCIONA LA CALIDAD QUE TU PROYECTO REQUIERE, APORTANDO CON EL DESARROLLO DEL PERU

Fuente: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Huancavelica



# MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS

RUC: 10198013507

INGENIERO CIVIL / AGRONOMO, CIP 36456

Especialista en Geología  
Mecánica de Suelos y Estudios Especiales



PERFIL DEL SUELO				PERFORACION	C-1	
PROYECTO: ATENCION A LA TRANSITABILIDAD DE LA VIA DEPARTAM 101 TRAMO: EMP. PE 3SD (DV. SALCABAMBA)-PUQUIORO-DV. SAN JUA PALTARUMI-CAPILLAPATA, AYACOCHA, CAYMO, SALCABAMBA,				UBICACION	Lado	
				Km:		
				29+000		
Método de excavación: Tajo abierto		Referencia: Cielo Abierto		Fecha	12/10/2009	
Cotas:		Superficie: Terreno de cultivo		Fondo	3.00 m	
Largo: 1.00 m.		Ancho 0.80 m.		Nivel freatico	No presenta	
				Profundidad	3.00 m	
Prof. mts.	ESTRATOS	S U C S	DESCRIPCION	MUESTRA		
				Nº	Tipo	Prof. (m)
0.10			Visualmente se observa, material grueso, proveniente de caídas de las partes altas del cerro.  Material suelto que provoca derrumbes tanto en temporada de sequi como de temporadas de lluvia.  Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	E-1	Embolsado	3.00
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
 MACEDONIO P. RAMOS CÁRDENAS ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES						

Fuente: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Huancavelica



**MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS**

**RUC: 10198013507**

**INGENIERO CIVIL / AGRONOMO, CIP 36456**

Especialista en Geología  
Mecánica de Suelos y Estudios Especiales



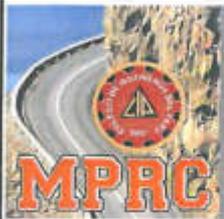
## **CORTE DIRECTO**

  
MACEDONIO P. RAMOS CARDENAS  
ING. CIP. 36456-ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

---

LA EMPRESA TE ESTUDIA Y CONSTRUYE SAC. LE PROPORCIONA LA CALIDAD QUE TU PROYECTO REQUIERE. APORTANDO CON EL DESARROLLO DEL PERU

Fuente: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Huancavelica



# MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS

RUC:10198013507

INGENIERO CIVIL / AGRONOMO, CIP 36456

Especialista en Geología  
Mecánica de Suelos y Estudios Especiales



PROYECTO  
ATENCION A LA TRANSITABILIDAD DE LA VIA DEPARTAMENTAL HV 101 TRAMO: EMP. PE 3SD  
(DV. SALCABAMBA)-PUQUIORO-  
16/10/2017  
CALICATA : Km: 29+00 (Influencias Kms.28+920 al 29+230 SECTOR CHAQUIHUAYCCO)  
RESUMEN DE LA INFORMACION Y APLICACIÓN DE LA FORMULA DE TERSAGHI  
PARA SUELOS POCO COHESIVOS

\* COSIDERANDO FALLA LOCAL :

A	Ángulo de fricción interna (°)	40.1
B	Cohesión (Kg/cm2)	0.25
C	Porcentaje de humedad (%)	11.38
D	Peso específico de los sólidos	2.350
E	Densidad natural (gr/cm3)	1.798
F	Densidad Seca $E/(1+C/100)$	1.614
G	Relación de Vacíos $(D*(1+(C/100))-E)/E$	0.46
H	Grado de Saturación $C*D/(100*G)*100$	58.67
I	Densidad saturada $(G+D)/(1+G)$	1.927
J	Densidad sumergida $(I-1)$	0.927
K	Nivel de la napa freática (m)	NO

$\phi'$	=	29.27
$c'$	=	1.68
$Nc'$	=	28.559
$Nq'$	=	17.088
$Ny'$	=	16.330

\* PARA ZAPATA CUADRADA

LADO	=	1.50 m
Prof.	=	3.00 m
$F_s$	=	3.0
$q_h$	=	154.190 tn/m2
$q_{adm}$	=	51.400 tn/m2
$q_{adm}$	=	5.140 Kg/cm2

\* PARA ZAPATA CUADRADA CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN PROF. CIMENTACION

LADO	1.50 m	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Prof. =	2.50 m	2.00 m	1.50 m	1.00 m
$F_s$ =	3.0	3.0	3.0	3.0
$q_h$ =	140.400 tn/m2	126.600 tn/m2	112.810 tn/m2	99.020 tn/m2
$q_{adm}$ =	46.800 tn/m2	42.200 tn/m2	37.600 tn/m2	33.010 tn/m2
$q_{adm}$ =	4.680 Kg/cm2	4.220 Kg/cm2	3.760 Kg/cm2	3.301 Kg/cm2

### CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA

Teoría de Terzaghi:

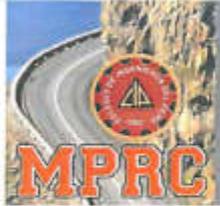
$$q_h = 1.3 * C * Nc' + \gamma_1 * Df * Nq' + 0.4 \gamma_2 B * Ny'$$

De los resultados e interpretación de los ensayos de la muestra del suelo en el laboratorio, se toma los siguientes datos:

- De las dos calicatas realizadas se esta tomando los datos mas criticos para el analisis del estudio de suelo
- En la calicata se encontro suelo  $cl$  del cual para el calculo de la capacidad portante se usara el suelo cuya clasificacion SUCS es: GP
- Permeabilidad baja; por lo que se espera suelos saturados.
- Capilaridad baja ; se tomara en cuenta para tomar el valor de la cohesión
- Elasticidad baja a tomar en el asentamiento a esperar

*Macedonio P. Ramos Cardenas*  
MACEDONIO P. RAMOS CARDENAS  
ING. CIP. 36456-ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

Fuente: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Huancavelica



# MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS

RUC:10198013507

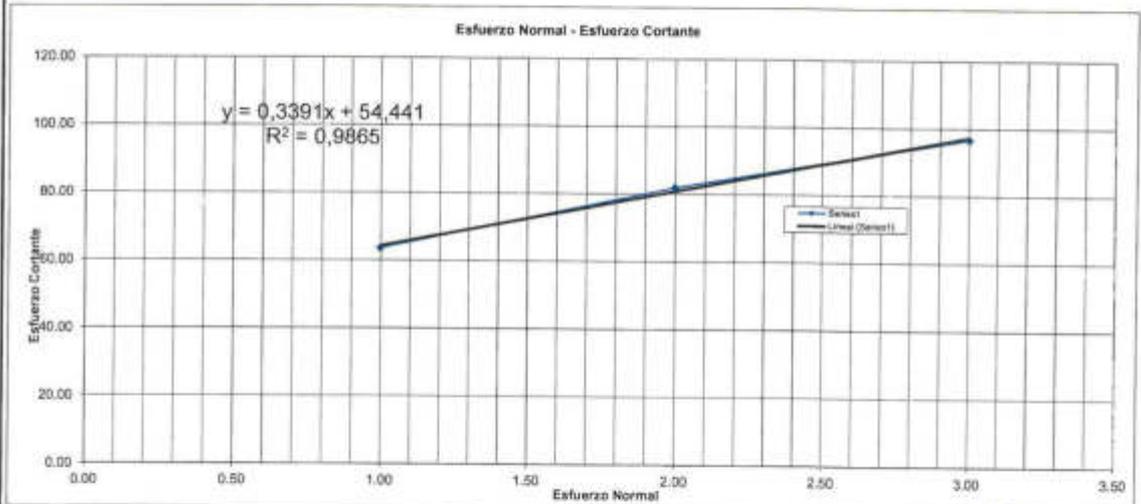
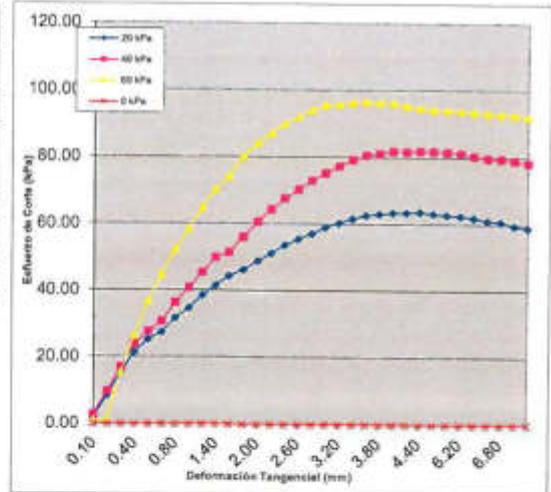
INGENIERO CIVIL / AGRONOMO, CIP 36456

Especialista en Geología  
Mecánica de Suelos y Estudios Especiales



SOLICITA : 1 CONSORCIO H&AR  
 PROYECTO : ATENCION A LA TRANSITABILIDAD DE LA VIA DEPARTAMENTAL HV 101 TRAMO: EMP. PE 3SD (DV. SALCABAMBA)-PUQUIORO-  
 DV. SAN JUAN DE PALTARUMI-CAPILLAPATA, AYACOCHA, CAYMO, SALCABAMBA, PALCA, SALCAHUASI, NVA. ESPERANZA...  
 CALICATA : Km: 29+00 (influencias Kms.28+820 al 29+230 SECTOR CHAQUIHUAYCCO)  
 PROFESIONAL : ING. MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS  
 FECHA : 16/10/2017

RESULTADOS DE ENSAYO				
Sondeo				
Profundidad				
Preparación	Remoldeada			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Humedad Inicial (%)	11.38	12.83	9.96	
Humedad Final (%)	11.38	12.83	9.96	
Grado de saturación (%)	0.5867	1.587	1.587	
Peso unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1.798	1.701	1.701	
Area Ap (mm <sup>2</sup> )	1,963.50	1,963.50	1,963.50	
Velocidad (mm/min)	0.50	0.50	0.50	
Esfuerzo Normal (kpa)	29.40	49.00	68.60	
Esfuerzo de Corte (kpa)	63.68	81.93	96.73	0.00
	Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )		0.25	
	Ángulo de fricción		40.1°	



*M.P.R.*  
**MACEDONIO P. RAMOS CÁRDENAS**  
 ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES

Fuente: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Huancavelica



# MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS

RUC:10198013507

INGENIERO CIVIL / AGRONOMO, CIP 36456

Especialista en Geología  
Mecánica de Suelos y Estudios Especiales



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITA CONSORCIO H&AR  
 PROYECTO ATENCION A LA TRANSITABILIDAD DE LA VIA DEPARTAMENTAL HV 101 TRAMO: EMP. FE 3SD (DV. SALCABAMBA)-PUQUIORO-  
 DV. SAN JUAN DE PALTARUMI-CAPILLAPATA, AYACOCHA, CAYMO, SALCABAMBA, PALCA, SALCAHUASI, NVA. ESPERANZA...  
 CALICATA Km: 29+00 (Influencias Kms.28+920 al 29+230 SECTOR CHAQUIHJAYCCO)  
 PROFESIONAL ING. MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS  
 FECHA 16/10/2017

TIPO DE ENSAYO: CONSOLIDADO, DRENADO REMOLDEADA Profundidad: 3.00 mt.

### Parámetros del Ensayo

Esfuerzo Vertical (kPa)		29.40			49.00			68.60		
Consolidar		NO			NO			NO		
Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Deformación Normal (mm)			Fuerza (N)			Esfuerzo Cortante (kPa)		
Esfuerzo Vertical (kPa)	→	29.40	49.00	68.60	29.40	49.00	68.60	29.40	49.00	68.60
0.00		0.002	0.001	0.019	24.400	24.000	10.600	1.760	2.652	0.990
0.10		0.005	0.001	0.018	38.600	43.600	55.200	8.440	9.629	1.148
0.20		0.008	0.007	0.022	48.200	41.600	76.600	15.280	16.973	15.471
0.30		0.010	0.004	0.020	55.800	58.400	93.600	21.320	23.827	26.408
0.40		0.009	0.003	0.014	63.200	67.600	109.000	25.260	27.581	36.645
0.50		0.009	0.001	0.005	68.600	75.200	122.200	27.440	30.682	44.778
0.60		0.005	-0.006	-0.005	79.200	89.000	135.400	31.680	36.312	52.146
0.80		0.000	-0.013	-0.017	86.600	100.000	146.800	34.640	40.800	58.460
1.00		-0.007	-0.023	-0.037	96.200	111.200	155.000	38.480	45.370	64.775
1.20		-0.019	-0.036	-0.053	103.600	122.200	167.600	41.440	49.858	70.229
1.40		-0.032	-0.059	-0.073	110.800	126.000	176.200	44.320	51.408	74.152
1.60		-0.048	-0.073	-0.090	115.600	137.200	182.400	46.240	55.978	80.180
1.80		-0.068	-0.089	-0.108	122.200	148.600	188.200	48.880	60.629	84.294
2.00		-0.084	-0.102	-0.126	128.000	157.800	192.400	51.190	64.382	87.260
2.20		-0.100	-0.117	-0.144	134.200	165.800	196.800	53.680	67.646	90.035
2.40		-0.115	-0.131	-0.164	138.600	172.400	200.000	55.440	70.339	92.044
2.60		-0.130	-0.150	-0.185	142.800	179.000	200.200	57.120	73.032	94.149
2.80		-0.146	-0.170	-0.204	147.600	184.400	201.600	58.040	75.235	95.680
3.00		-0.161	-0.191	-0.220	150.800	189.600	202.200	60.320	77.357	95.776
3.20		-0.181	-0.211	-0.235	154.000	194.200	201.600	61.600	79.234	96.445
3.40		-0.203	-0.233	-0.314	156.600	197.600	191.600	62.640	80.621	96.732
3.60		-0.225	-0.257	-0.322	157.600	198.800	192.200	63.040	81.110	96.445
3.80		-0.245	-0.276	-0.329	158.600	200.600	191.400	63.440	81.845	96.289
4.00		-0.263	-0.297	-0.337	158.800	200.200	190.000	63.520	81.682	95.390
4.20		-0.285	-0.318	-0.346	159.200	200.800	190.400	63.680	81.926	94.842
4.40		-0.457	-0.482	-0.353	153.000	179.200	190.400	63.200	81.886	94.380
4.60		-0.477	-0.500	-0.359	153.000	175.000	192.200	62.800	81.600	94.327
4.80		-0.498	-0.516	0.354	148.600	169.200	148.600	62.540	81.274	94.016
5.00		-0.518	-0.528	-0.337	149.000	162.000	190.000	61.950	80.376	93.633
5.20		-0.540	-0.534	-0.346	150.200	158.000	190.400	61.108	79.764	93.340
5.40		-0.562	-0.537	-0.353	147.000	157.600	190.400	60.800	79.601	93.054
5.60		-0.582	-0.539	-0.359	144.000	156.400	192.200	59.600	79.111	92.855
5.80		-0.095	0.223	0.352	85.400	130.200	149.600	59.000	78.413	92.211

Observaciones:

*[Firma]*  
**MACEDONIO P. RAMOS CARDENAS**  
 ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES

Máquina de ensayos: Modelo: PC107\_C Rango: 5 kN Serie: 116 Calib. No. 23154





**MACEDONIO PEDRO RAMOS GARDENAS**

**RUC:10198013507**

**INGENIERO CIVIL / AGRONOMO, CIP 36456**

Especialista en Geología  
Mecánica de Suelos y Estudios Especiales



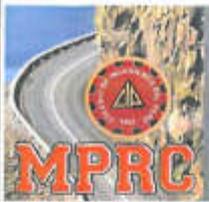
# **ENSAYOS DE CARACTERISTICA DE SUELOS POR ESTRATO**

  
MACEDONIO P. RAMOS CÁRDENAS  
ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

---

LA EMPRESA TE ESTUDIA Y CONSTRUYE SAC. LE PROPORCIONA LA CALIDAD QUE TU PROYECTO REQUIERE. APORTANDO CON EL DESARROLLO DEL PERU

Fuente: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Huancavelica



# MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS

RUC: 10198013507

INGENIERO CIVIL / AGRONOMO, CIP 36456

Especialista en Geología  
Mecánica de Suelos y Estudios Especiales



## METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

### LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM 4318-84

SOLICITA CONSORCIO H&R  
 PROYECTO ATENCION A LA TRANSITABILIDAD DE LA VIA DEPARTAMENTAL HV 101 TRAMO: EMP. PE 3SD (DV. SALCABAMBA)-PUQUIORO-  
 DV. SAN JUAN DE PALTARUMI-CAPILLAPATA, AYACOCHA, CAYMO, SALCABAMBA, PALCA, SALCAHUASI, NVA. ESPERANZA...  
 CALICATA Km: 29+00 (Influencia Km: 28+520 al 29+230 SECTOR CHAQUIHUAYCCO)  
 PROFESIONAL ING. MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS  
 FECHA 18/10/2017

N° de Golpes	Cápsula N°	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum.	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
26	018	14.80	44.30	39.42	4.88	24.82	19.66%
22	015	15.68	35.68	32.28	3.40	16.60	20.48%
18	012	26.39	44.39	41.21	3.18	14.82	21.46%
L.P.	007	8.41	27.14	24.25	2.89	15.84	18.24%
L.P.	004	8.39	24.17	21.73	2.44	13.34	18.29%



$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

$W_n$  = Contenido de humedad a número de golpes

$N$  = N° de golpes

$$IP = LL - LP$$

LL = Límite líquido

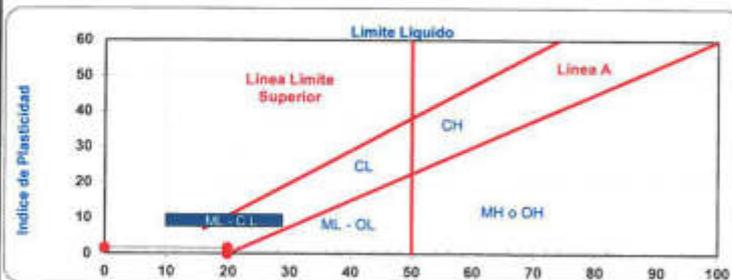
LP = Límite plástico

IP = Índice de Consistencia

$$LL = 19.86\%$$

$$LP = 18.27\%$$

$$IP = 1.59\%$$



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

*Macedonio P. Ramos Cardenas*  
**MACEDONIO P. RAMOS CARDENAS**  
 ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES



# MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS

RUC:10198013507

INGENIERO CIVIL / AGRONOMO, CIP 36456

Especialista en Geología  
Mecánica de Suelos y Estudios Especiales



## ANALISIS GRANULOMETRICO

ASTM D 421

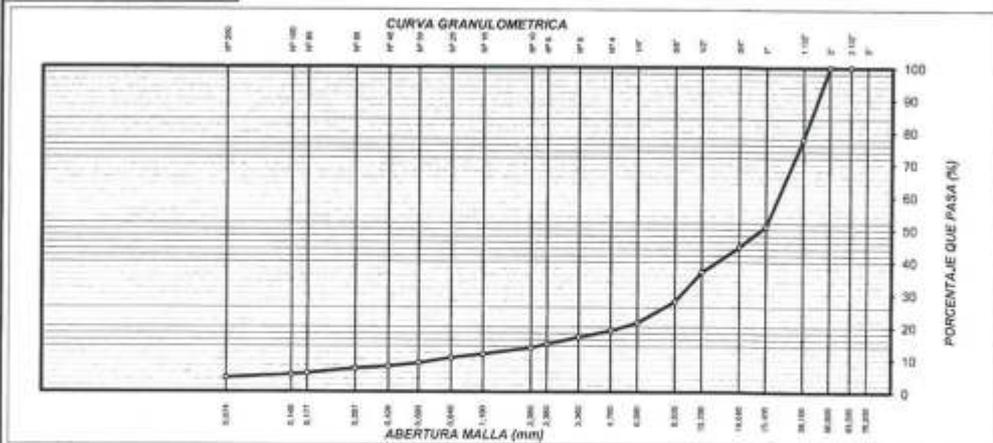
MTC E 107

**SOLICITA** CONSORCIO H&AR  
**PROYECTO** ATENCION A LA TRANSITABILIDAD DE LA VIA DEPARTAMENTAL #V 101 TRAMO: EMP. PE 3SD (DV. SALCABAMBA)-PUQUIORD-  
 DV. SAN JUAN DE PALTARUMI-CAPILLAPATA, AYACOCHA, GAYMO, SALCABAMBA, PALCA, SALCAHUASI, NVA. ESPERANZA...  
 Km: 29+00 (Influencia Kms.29+100 al 29+230 SECTOR CHAQUIHUAYCCO)  
**CALICATA** ING. MACEDONIO PEDRO RAMOS CARDENAS  
**PROFESIONAL**  
**FECHA** 16/10/2017

Pag. 1 de 1

MALLA MILIMETRICA AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO					DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	ABERTURA (mm)	Peso Retenido	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFIC. "A-1"		
3"	76.200	0.00				Bolonia > 3"	0.0
2 1/2"	63.500	0.00		100		Grava 3" - Nº 4:	56.95
2"	50.800	0.00	0.00	100		Arena Nº4 - Nº 200:	14.56
1 1/2"	38.100	249.71	22.20	77.80		Fines < Nº 200:	4.30
1"	25.400	301.74	26.82	50.96		Fraccion (SUMA N°8-N°200)	163.12
3/4"	19.050	72.08	6.41	44.58		Contenido de Humedad (%):	3.10
1/2"	12.700	86.95	7.73	36.85			
3/8"	8.525	101.62	9.03	27.81			
1/4"	6.350	73.81	6.56	21.25			
Nº 4	4.750	27.00	2.40	18.85			
Nº 6	3.380	23.00	2.04	16.81			
Nº 8	2.380	24.18	2.15	14.66			
Nº 10	2.000	12.68	1.13	13.53		DATOS DE LIMITES DE ATTERBERG	
Nº 16	1.190	21.68	1.94	11.59		LIMITE LIQUIDO	19.86
Nº 20	0.840	12.62	1.12	10.46		LIMITE PLASTICO	18.27
Nº 30	0.590	18.89	1.68	8.79		INDICE PLASTICIDAD	1.59
Nº 40	0.425	11.32	1.01	7.78		CLASIFICACION	
Nº 50	0.297	7.54	0.67	7.11		SUCS	AASHTO
Nº 80	0.177	16.06	1.43	5.68		GP	A-1-a ( 0 )
Nº 100	0.149	4.95	0.44	5.24		CALICATA ESTRATO	
Nº 200	0.074	10.65	0.95	4.30		Profund Kms.29+000 al 29+230 SECTOR CHVC	1
-200		48.32	4.30	-		PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 3.00

Peso Inicial: **1125.00**



Comentario :

FIRMAS AUTORIZADAS

*(Firma)*  
**MACEDONIO P. RAMOS CÁRDENAS**  
 ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES



**DISEÑO OPTIMO DE MURO DE CONTENCION CONCRETO ARMADO**

**ANALISIS DE ESTABILIDAD DE MURO DE CONTENCION**

**Proyecto:** "AMPLIACION DE MURO DE CONTENCION DEL FALSO TUNEL KM 28+700-CHAQUILLOCCLLA, DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL HV-101, DEL DISTRITO DE DANIEL HERNANDEZ, PROVINCIA DE TAYACAJA, DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA"

**II.- ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO**

El análisis de la estructura contempla la determinación de las fuerzas que actúan en la base de fundación, tales como empuje de tierra, peso propio, peso de la tierra de relleno, y sobrecargas, con la única finalidad de analizar la estabilidad del muro al volcamiento y deslizamiento, así como también verificar las presiones de contacto.

**1.- CALCULO DEL EMPUJE EN CONDICION ACTIVA**

**1.1.- UTILIZANDO CRITERIO DE COULOMB**

El Francés Charles Augustin de Coulomb en el año 1773 publicó la primera teoría racional para calcular empujes de tierra y mecanismos de falla de masas de suelo, que la basó en las siguientes hipótesis:

- 1°) El suelo es una masa homogénea e isotrópica y se encuentra drenado como para no considerar presiones intersticiales en él.
- 2°) La superficie de falla es planar.
- 3°) El suelo posee fricción, siendo  $\phi$  el ángulo de fricción interna del suelo, la fricción interna se distribuye uniformemente a lo largo del plano de falla.
- 4°) La cuña de falla se comporta como un cuerpo rígido.
- 5°) La falla es un problema de deformación plana (bidimensional), y se considera una longitud unitaria de un muro infinitamente largo.
- 6°) La cuña de falla se mueve a lo largo de la pared interna del muro, produciendo fricción entre éste y el suelo,  $\delta$  es el ángulo de fricción entre el suelo y el muro.
- 7°) La reacción  $E_a$  de la pared interna del muro sobre el terreno, formará un ángulo  $\delta$  con la normal al muro, que es el ángulo de rozamiento entre el muro y el terreno, si la pared interna del muro es muy lisa ( $\delta = 0$ ), el empuje activo actúa perpendicular a ella.
- 8°) La reacción de la masa de suelo sobre la cuña forma un ángulo  $\phi$  con la normal al plano de falla.

El coeficiente de empuje activo  $K_a$  según **Coulomb** para condiciones generales se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$K_a = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi)}{\text{Sen}^2\psi \cdot \text{Sen}(\psi - \delta) \left[ 1 + \frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\psi - \delta) \cdot \text{Sen}(\psi + \beta)} \right]}$$

Donde:

- $\psi^\circ$  = Angulo de la cara interna del muro con la horizontal
- $\beta^\circ$  = Angulo del talud de terreno del relleno con la horizontal
- $\delta^\circ$  = Angulo de fricción suelo muro =  $(2/3 \cdot \phi)$ , según Terzaghi.
- $\phi_2^\circ$  = Angulo de fricción interna (del relleno)

**1.1.1.- CALCULO DEL COEFICIENTE DE EMPUJE ACTIVO  $K_a$ :**

$\psi^\circ = 90^\circ$   
 $\phi_2^\circ = 35^\circ$   
 $\delta^\circ = 23.33333333^\circ$   
 $\beta^\circ = 0^\circ$

$K_a = 0.244407$

$\text{Sen}(\psi + \phi_2) = 0.819$   
 $\text{Sen} \psi = 1.000$   
 $\text{Sen}(\psi - \delta) = 0.918$   
 $\text{Sen}(\phi_2 + \delta) = 0.851$   
 $\text{Sen}(\phi_2 - \beta) = 0.574$   
 $\text{Sen}(\psi + \beta) = 1.000$

\* Para el caso particular de que **si la cara interna del muro es vertical:**

$\psi^\circ = 90^\circ$   
 $\text{Cos} \phi_2 = 0.819151225$   
 $\text{Cos} \delta = 0.91821573$   
 $\text{Cos} \beta = 1$

$K_a = 0.244409$

$$K_a = \frac{\text{Cos}^2(\phi)}{\text{Cos}(\delta) \left[ 1 + \frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Cos}(\delta) \cdot \text{Cos}(\beta)} \right]}$$

\* Para el caso particular de que **si el relleno es horizontal:**

$\beta^\circ = 0^\circ$   
 $\text{Sen} \phi_2 = 0.573577606$

$K_a = 0.235667$

$$K_a = \frac{\text{Cos}^2(\phi)}{\text{Cos}(\delta) \left[ 1 + \frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi)}{\text{Cos}(\delta)} \right]}$$

\* Para el caso particular de que si no hay fricción, que corresponde a muros con paredes muy lisas:

$\delta^\circ = 0^\circ$   
 $\phi_2^\circ = 35^\circ$

$$K_a = \frac{1 - \text{Sen} \phi}{1 + \text{Sen} \phi} = \text{Tan}^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$K_a = 0.270991539$

**1.1.2.- CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO  $E_a$  (Por unidad de longitud de muro):**

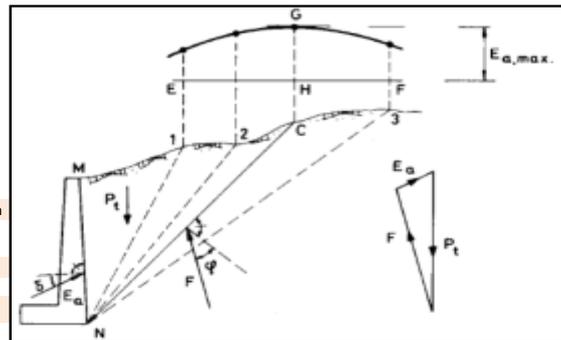
$\gamma_2 = 2.41 \text{ Tn/m}^3$   
 $H = 9.50 \text{ m}$   
 $B = 4.70 \text{ m}$   
 $K_a = 0.244407216$

$$E_a = \left( \frac{1}{2} \cdot \gamma_2 \cdot H^2 \right) \cdot K_a$$

$E_a = 26.58 \text{ Tn/m}$

Aplicado a:  $D_v = \frac{H}{3}$   $D_v = 3.17 \text{ m}$   
(Medido desde la base del muro)

Aplicado a:  $D_h = B$   $D_h = 4.70 \text{ m}$   
(Medido desde el punto J de la base del muro)



Como el empuje activo varía linealmente con la profundidad; tenemos las Componentes Horizontal y Vertical:

$E_a = 26.58 \text{ Tn/m}$   
 $\delta^\circ = 23.33333333^\circ$   
 $\psi^\circ = 90^\circ$

En la teoría de **Coulomb** el  $E_a$  actúa formando un ángulo  $\delta^\circ$  con la normal del muro, la fuerza no es horizontal generalmente. El  $E_a$  será horizontal solo cuando la pared del muro sea vertical  $\psi = 90^\circ$  y el ángulo  $\delta = 0^\circ$

$\omega^\circ = (90 + \delta - \psi)$   
 $\omega^\circ = 0^\circ$

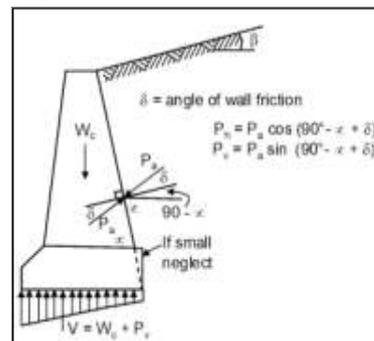
$$E_{ah} = E_a \cdot \text{Cos} \omega$$

$E_{ah} = 26.58 \text{ Tn/m}$

$$E_{av} = E_a \cdot \text{Sen} \omega$$

$E_{av} = 0.00 \text{ Tn/m}$

Entonces para valores de  $\psi = 90^\circ$  el ángulo  $\delta = 0^\circ$   
 resulta:  $\omega = 0^\circ$  ,  $E_{ah} = E_a$  y  $E_{av} = 0^\circ$



**1.2.- UTILIZANDO CRITERIO DE RANKINE**

El Escocés William John Macquorn Rankine propuso una expresión (en el año 1857) que la basó en las siguientes hipótesis:

- 1°) El suelo es una masa homogénea e isotrópica
- 2°) No existe fricción entre el suelo y el muro
- 3°) La cara interna del muro es vertical es decir  $\psi = 90^{\circ} 00' 00''$
- 4°) La resultante del empuje de tierras esta ubicada en extremo del tercio inferior de la altura.
- 5°) El empuje de tierras es paralelo a la inclinación de la superficie del terreno, es decir forma un ángulo  $\beta$  con la horizontal

El coeficiente de empuje activo  $K_a$  según Rankine para condiciones generales se calcula mediante la ecuación siguiente:

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

Donde:

- $\beta^{\circ}$  = Ángulo del talud del terreno arriba del muro (Ángulo del terreno con la horizontal)
- $\phi_2$  = Ángulo de fricción interna

**1.2.1.- CALCULO DEL COEFICIENTE DE EMPUJE ACTIVO  $K_a$ :**

$\beta^{\circ} = 0^{\circ}$   
 $\phi_2 = 35^{\circ}$   **$K_a = 0.27$**

$\cos \beta^{\circ} = 1$   
 $\cos \phi_2 = 0.82$

\* Para el caso particular de que el ángulo de la pendiente del terreno arriba del muro sea nula:

$\beta^{\circ} = 0^{\circ}$   
 $\text{Sen } \phi_2 = 0.573577606$

$$K_a = \frac{1 - \text{Sen } \phi}{1 + \text{Sen } \phi} = \text{Tan}^2 \left( 45^{\circ} - \frac{\phi}{2} \right)$$

**$K_a = 0.271$**

**1.2.2.- CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO  $E_a$  DEL SUELO (Por unidad de longitud de muro):**

$\gamma_2 = 2.41 \text{ Tn/m}^3$   
 $H = 9.50 \text{ m}$

$$E_a = \left( \frac{1}{2} * \gamma_2 * H^2 \right) * K_a$$

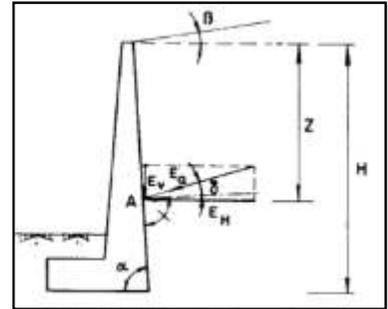
**$E_a = 29.47 \text{ Tn/m}$**

Aplicado a:  $D_v = \frac{H}{3}$

**$D_v = 3.17 \text{ m}$**   
 (Medido desde la base del muro)

Aplicado a:  $D_h = B$

**$D_h = 4.70 \text{ m}$**   
 (Medido desde el punto J de la base del muro)



**1.2.3.- CALCULO DEL MOMENTO POR EL EMPUJE ACTIVO  $M_a$ :**

$$M_a = E_a * D_v$$

**$M_a = 93.32 \text{ Tn} \cdot \text{m/m}$**

Como el  $E_a$  varía linealmente con la profundidad; tenemos las Componentes Horizontal y Vertical:

$E_a = 29.47 \text{ Tn/m}$   
 $\beta^{\circ} = 0^{\circ}$

En la teoría de Rankine, se supone que la cara interna del muro es vertical ( $\psi = 90^{\circ}$ ) y que el empuje de tierras es paralelo a la inclinación de la superficie del terreno, es decir forma un ángulo  $\beta^{\circ}$  con la horizontal. En este sentido esta fuerza no es siempre horizontal.

$$E_{ah} = E_a * \cos \beta$$

**$E_{ah} = 29.47 \text{ Tn/m}$**

$$E_{av} = E_a * \text{Sen } \beta$$

**$E_{av} = 0.00 \text{ Tn/m}$**

Entonces para valores de  $\beta = 0$   
 resulta:  $E_{ah} = E_a$  y  $E_{av} = 0^{\circ}$

**1.2.4.- CALCULO DEL EMPUJE DE LA SOBRECARGA  $E_s$ :**

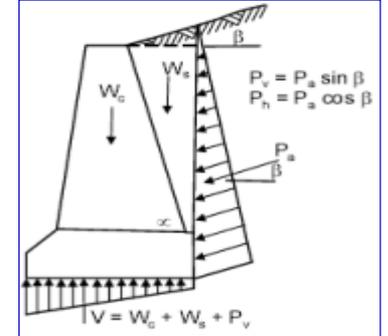
$\gamma_2 = 2.41 \text{ Tn/m}^3$   
 $h_o = 1.00 \text{ m}$   
 $H = 9.50 \text{ m}$   
 $K_a = 0.270989109$

$$E_s = \gamma_2 * h_o * H * K_a$$

**$E_s = 6.20429565 \text{ Tn/m}$**

Aplicado a:  $D_{vs} = \frac{H}{2}$

**$D_{vs} = 4.75 \text{ m}$**   
 (Medido desde la base del muro)



**1.2.5.- CALCULO DEL MOMENTO POR EMPUJE DE LA SOBRECARGA  $M_s$ :**

$$M_s = E_s * D_{vs}$$

**$M_s = 29.47040434 \text{ Tn} \cdot \text{m/m}$**

**1.2.6.- CALCULO DEL EMPUJE TOTAL DEL SUELO  $E_t = E_a + E_s$ :**

$E_a = 29.47040434 \text{ Tn/m}$   
 $E_s = 6.20429565 \text{ Tn/m}$

$$E_t = E_a + E_s$$

**$E_t = 35.675 \text{ Tn/m}$**

**1.2.7.- CALCULO DEL MOMENTO ACTUANTES DEL SUELO  $M_{as} = M_a + M_s$ :**

$M_a = 93.32392942 \text{ Tn} \cdot \text{m/m}$   
 $M_s = 29.470404340 \text{ Tn} \cdot \text{m/m}$

**$M_{as} = 122.794 \text{ Tn} \cdot \text{m}$**

**2.- CALCULO DEL EMPUJE EN CONDICION PASIVA**

**2.1.- CALCULO DEL COEFICIENTE DE EMPUJE PASIVO  $K_p$ :**

El coeficiente de empuje Pasivo  $K_p$  se puede determinar adecuando la ecuación de Coulomb de la forma siguiente:

$$K_p = \frac{\text{Sen}^2(\psi - \phi)}{\text{Sen}^2 \psi \cdot \text{Sen}(\psi + \delta) \left[ 1 - \frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi + \beta)}{\text{Sen}(\psi + \delta) \cdot \text{Sen}(\psi + \beta)} \right]}$$

Donde:

- $\psi^{\circ}$  = Ángulo de la cara interna del muro con la horizontal
- $\beta^{\circ}$  = Ángulo del talud de terreno del relleno con la horizontal
- $\delta^{\circ}$  = Ángulo de fricción suelo muro =  $(2/3 * \phi)$ , según Terzaghi.
- $\phi_1^{\circ}$  = Ángulo de fricción interna

$\psi^{\circ} = 90^{\circ}$   
 $\phi_1^{\circ} = 40.1^{\circ}$   
 $\delta^{\circ} = 26.73333333^{\circ}$   
 $\beta^{\circ} = 0^{\circ}$

**$K_p = 19.00$**

$\text{Sen}(\psi - \phi_2) = 0.764922713$   
 $\text{Sen } \psi = 1.000000000$   
 $\text{Sen}(\psi + \delta) = 0.89310769$

$\text{Sen}(\phi_2 + \delta) = 0.91936544$   
 $\text{Sen}(\phi_2 + \beta) = 0.64412488$   
 $\text{Sen}(\psi + \beta) = 1$

\* Para el caso particular de que ignoremos los ángulos  $\psi = 0$ ,  $\delta = 0$ ,  $\beta = 0$ , se obtiene el coeficiente  $K_p$  según Rankine:

$$K_p = \frac{1 + \text{Sen}\phi}{1 - \text{Sen}\phi} = \text{Tan}^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$\phi_1 = 40.1^\circ$        $\text{Sen } \phi_1 = 0.644124882$   
 $K_p = 4.619993327$

**2.2.- CALCULO DEL EMPUJE PASIVO  $E_p$  (Por unidad de longitud de muro) y se puede estimar conservadoramente según la expresión de Rankine:**

$\gamma_1 = 2.35 \text{ Tn/m}^3$   
 $D_f = 2.00 \text{ m}$   
 $K_p = 18.9952112$

$$E_p = \left(\frac{1}{2} * \gamma_1 * D_f^2\right) * K_p \quad E_p = 89.28 \text{ Tn/m}$$

Como el terreno situado está por encima de la punta, y se ha excavado para la ejecución del muro, es aconsejable utilizar la siguiente expresión:

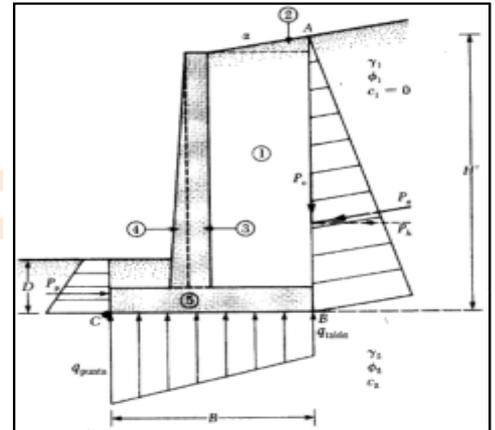
$$E_p = \frac{1}{2} * \gamma_1 * (D_f^2 - h_1^2) * K_p \quad E_p = 83.70 \text{ Tn/m}$$

$$D_v = \frac{2 D_f}{3} \quad D_v = 1.33 \text{ m}$$

\* Para suelos cohesivos, el  $E_p$  de Rankine se expresa en la siguiente ecuación:

$\gamma_1 = 2.35 \text{ Tn/m}^3$   
 $c_1 = 0.00 \text{ Tn/m}^2$   
 $D_f = 2.00 \text{ m}$   
 $K_p = 18.99521116$

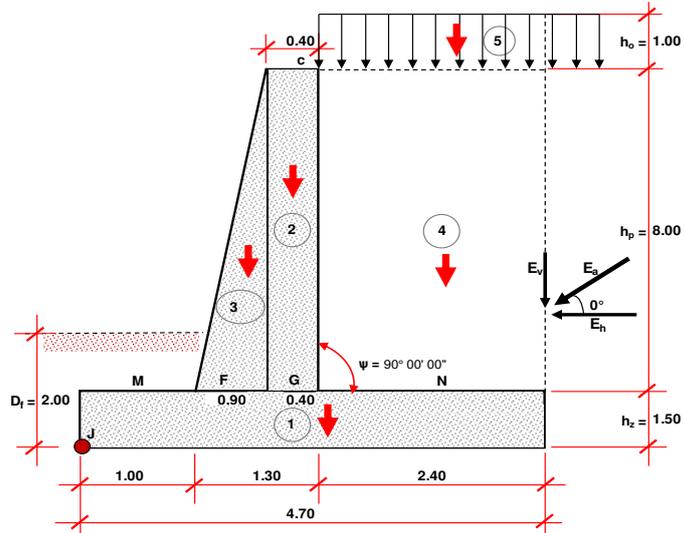
$$E_p = \frac{1}{2} * \gamma_1 * K_p * D_f^2 + 2 * c_1 * \sqrt{K_p} * D_f \quad E_p = 89.28 \text{ Tn/m}$$



**4.- CALCULO DE LAS FUERZAS VERTICALES ACTUANTES**

La estabilidad se estudia respecto a la arista inferior de la base en el extremo de la punta del muro de contención (punto J) y para determinar el peso y su centro de gravedad se dividió la sección transversal en figuras con propiedades geométricas conocidas

- B = 4.70 m
- h<sub>z</sub> = 1.50 m
- h<sub>p</sub> = 8.00 m
- c = 0.40 Tn/m<sup>2</sup>
- M = 1.00 m
- F = 0.90 m
- G = 0.40 m
- N = 2.40 m
- h<sub>o</sub> = 1.00 m
- γ<sub>c</sub> = 2.40 Tn/m<sup>3</sup>
- γ<sub>2</sub> = 2.41 Tn/m<sup>3</sup>
- H = 9.50 m
- D<sub>f</sub> = 2.00 m



PESO Y MOMENTOS ESTABILIZANTES POR 1.00 METRO DE LONGITUD DE MURO										
Sección (Figura)	Base (m)	Altura (m)	Coef. Figura	Área (m <sup>2</sup> )	Brazo X (m)	Brazo Y (m)	Peso Especifico	Peso (Tn/m)	Momento X (Tn/m)	Momento Y (Tn/m)
1	4.70	1.50	1.00	7.0500	2.3500	0.7500	2.40	16.9200	39.7620	12.6900
2	0.40	8.00	1.00	3.2000	2.1000	5.5000	2.40	7.6800	16.1280	42.2400
3	0.90	8.00	0.50	3.6000	1.6000	4.1667	2.40	8.6400	13.8240	36.0000
4	2.40	8.00	1.00	19.2000	3.5000	5.5000	2.41	46.2720	161.9520	254.4960
5	2.40	1.00	1.00	2.4000	3.5000	6.0000	2.41	5.784000	20.2440	34.7040
E <sub>av</sub>					4.7000	3.1667		0.0000	0.0000	0.0000
Σ TOTAL								85.30	251.91	380.13

**4.1.- CALCULO POR PESO PROPIO**

**4.1.1.- CALCULO DEL PESO PROPIO P<sub>p</sub> DEL MURO DE CONCRETO (Por metro de longitud de muro, para un peso específico (γ<sub>c</sub>) del concreto de 2.4 Tn/m<sup>3</sup>):**

$P_{\text{muro concreto}} = 33.240000 \text{ Tn/m}$

**4.1.2.- CALCULO DEL MOMENTO POR PESO PROPIO DEL MURO DE CONCRETO M<sub>ppx</sub>**

$\Sigma M_{ppx} = 69.71 \text{ Tn} \cdot \text{m} / \text{m}$

$\Sigma M_{ppy} = 90.93 \text{ Tn} \cdot \text{m} / \text{m}$

**4.1.3.- CALCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL PESO PROPIO DEL MURO: BRAZO X<sub>cg</sub>, BRAZO Y<sub>cg</sub>**

$$X_{cg} = \frac{\sum Mx}{\sum Pmc} \quad X_{cg} = 2.10 \text{ m}$$

$$Y_{cg} = \frac{\sum My}{\sum Pmc} \quad Y_{cg} = 2.736 \text{ m}$$

Se debe cumplir que:  $\Rightarrow P_{\text{muro concreto}} * X_{cg} = \Sigma M_{ppx} = 69.71 \text{ Tn} \cdot \text{m} / \text{m}$  **OK!!!**

**4.2.- CALCULO POR LA SOBRECARGA**

**4.2.1.- CALCULO DE LA SOBRECARGA q:**

Es la altura de relleno equivalente a sobrecarga vehicular  $h_o = 0.60$  m S/Norma AASHTO 2002

Datos :  $\gamma_2 = 2.41 \text{ Tn/m}^3$   
 $h_o = 1.00 \text{ m}$

$$q = \gamma_2 * h_o \quad q = 2.410000 \text{ Tn/m}^2$$

**4.2.2.- CALCULO DEL PESO TOTAL DE LA SOBRECARGA  $W_s$ :**

Es la sobrecarga aplicada sobre el relleno, limitado por el talón y la corona del muro

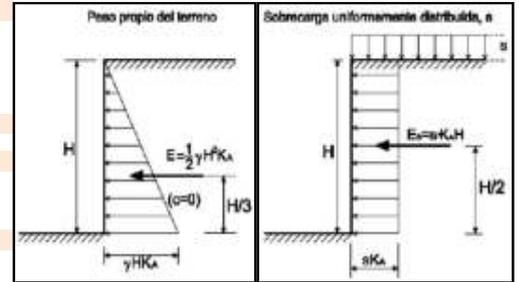
Datos :  $L = N = 2.40 \text{ m}$

$$W_s = q * L \quad W_s = 5.784000 \text{ Tn/m}$$

Aplicado a:  $D_{ws} = \frac{L}{2} + M + F + G \quad D_{ws} = 3.500000 \text{ m}$

**4.2.3.- CALCULO DEL MOMENTO POR LA SOBRECARGA  $M_s$ :**

$$M_s = W_s * D_{ws} \quad M_s = 20.244000 \text{ Tn - m/m}$$



**4.3.- CALCULO DEL PESO TOTAL DEL RELLENO  $W_r$ :**

**4.3.1.- CALCULO DEL PESO TOTAL DEL RELLENO  $W_r$ :**

Es el relleno colocado sobre el talón de la base; y tiene un volumen  $V_r$  por metro de longitud

Datos :  $\gamma_2 = 2.41 \text{ Tn/m}^3$

$$V_r = h_p * N * 1 \quad V_r = 19.20 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$W_r = \gamma_2 * V_r \quad W_r = 46.27 \text{ Tn/m}$$

Aplicado a:  $D_{wr} = M + F + G + \frac{N}{2} \quad D_{wr} = 3.500 \text{ m}$

**4.3.2.- CALCULO DEL MOMENTO DEL RELLENO POR ENCIMA DEL TALON  $M_r$ :**

$$M_r = W_r * D_{wr} \quad M_r = 161.952000 \text{ Tn - m/m}$$

**4.3.4.- CALCULO DEL PESO TOTAL DEL MURO  $P_{total}$ :**

$$P_{total} = 85.2960 \text{ Tn/m}$$

**4.4.- CALCULO DE LA RESULTANTE DE LAS FUERZAS VERTICALES  $R_v$ :**

Las fuerzas que la componen son el peso propio, peso del relleno y el peso total de la sobrecarga.

$P_{pmuro \text{ concreto}} = 33.2400 \text{ Tn/m} \quad W_s = 5.7840 \text{ Tn/m}$   
 $W_r = 46.2720 \text{ Tn/m} \quad E_{av} = 0.0000 \text{ Tn/m}$

$$R_v = P_{pmc} + W_r + W_s + E_{av} \quad R_v = 85.2960 \text{ Tn/m}$$

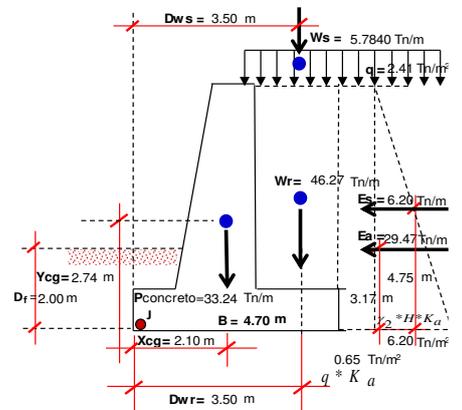
Se debe cumplir que:  $\Rightarrow R_v = P_{total} = 85.296000 = 85.30 \text{ OK!!!}$

**4.5.- CALCULO DEL MOMENTO RESISTENTE O ESTABILIZANTES DEL MURO  $M_e$ :**

$$M_e = M_{ppx} + M_s + M_r + M_{E_{av}} \quad M_e = 251.9125 \text{ Tn - m/m}$$

Se debe cumplir que:

$$\sum M_{ppx} + M_s + M_r + M_{E_{av}} = \sum M_{xtotal} \Rightarrow 251.9125 = 251.91 \text{ OK!!!}$$



PUNTO DE APLICACIÓN: EMPUJES Y SOBRECARGA DEL MURO

**5.- ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DEL MURO**

**5.1.- FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA EL VOLTEO FSV**

**5.1.1.- CALCULO DEL MOMENTO DE VOLTEO  $M_v$  (Momento por Empuje Activo):**

$E_{ah} = 29.4704 \text{ Tn/m}$   
 $H = 9.50 \text{ m}$

$$M_v = E_{ah} * \left(\frac{H}{3}\right) \quad M_v = 93.32294708 \text{ Tn - m/m}$$

Entonces el Factor de Seguridad Contra el Volteo se puede realizar mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\sum M_{xtotal}}{M_v} = \frac{251.9100 \text{ Tn/m}}{93.32 \text{ Tn - m/m}}$$

$$FSV = \frac{\sum M_x}{M_v} \quad 2.7 > 2.00 \text{ OK!!!}$$

De igual forma el chequeo al Volteo se puede realizar con el Momento de Volteo ( $M_v$ ) y el Momento Estabilizante ( $M_e$ ) ya calculados, de la siguiente manera:

**Momento de Volteo ( $M_v$ ),** Son las fuerzas que intentan volcar al muro, son el Empuje Activo y el Empuje de la Sobrecarga, (Momentos Actuantes del Suelo).

$$M_v = 122.7943338 \text{ Tn - m/m}$$

**Momento de Estabilizante ( $M_e$ )**

Son las fuerzas que dan estabilidad al muro, son el Peso Propio del muro, el Peso del Relleno y el Peso Total de la Sobrecarga, (Momento Resistente)

$$M_e = 251.912500 \text{ Tn - m/m}$$

Entonces el Factor de Seguridad Contra el Volteo será:

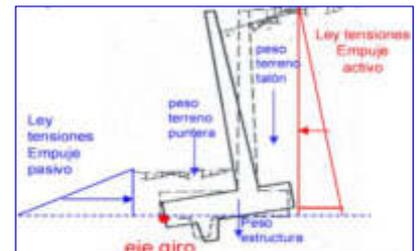
$$FSV = \frac{M_e}{M_v} \quad 2.05 > 2.00 \text{ OK!!!}$$

**5.2.- FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO FSD**

Sabemos que los empujes actúan perpendicular a la cara interna del muro y son horizontales, por lo que el FSD se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$P_{total} = 85.296000 \text{ Tn/m}$   
 $E_{ah} = 29.47040434 \text{ Tn/m}$   
 $f = 0.842080988$

$$FSD = \frac{P_{total} * f}{E_{ah}} \quad 2.44 > 1.50 \text{ OK!!!}$$



De igual forma el chequeo al **Deslizamiento** se puede realizar calculando **La Fuerza de Roce (Fr)**, que es la resistencia entre el suelo y la base del muro :  
 La Fuerza de Roce se determinó en función del ángulo de fricción interna y el empuje pasivo del suelo de fundación.

$c_1 =$	0.00 Tn/m <sup>2</sup>	$\phi_1 =$	40.1°
$E_{av} =$	0.00 Tn / m	$\delta =$ Angulo de Fricción Suelo - Muro = 2 / 3 $\phi_1 =$	26.73°
$B =$	4.70 m	$\mu =$ Tan (2 / 3 * $\phi_1$ ) =	0.5036
$R_v =$	85.2960 Tn / m	$C' =$ 0.50 * $c_1$	= 0.00 Tn / m <sup>2</sup>
$E_p =$	83.70 Tn / m		

$$F_r = \mu * (R_v + E_{av}) + c' * B + E_p \quad \text{Fr} = 126.6532 \text{ Tn / m}$$

Entonces el Factor de Seguridad Contra el Deslizamiento será: (Hacemos  $E_{ah} = E_t$ )

$Fr =$	126.6532 Tn / m
$E_{ah} = E_t =$	35.67469999 Tn / m

$$FSD = \frac{Fr}{E_{ah}} \quad 3.55 > 1.50 \quad \text{OK!!!}$$

**5.3.- FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA FALLA POR CAPACIDAD DE CARGA**

**5.3.1.- CALCULO DE LA FUERZA RESULTANTE  $X_r$** ; ( $X_r$  = Centro de Gravedad de la Resultante Ideal) :

Verificamos que el Punto de aplicación de la **Fuerza Resultante  $X_r$**  de la base este dentro del **1 / 3 central** de la cimentación del muro:

$R_v =$	85.2960 Tn / m
$\sum M_x =$	251.910000 Tn / m
$M_v =$	93.32294708 Tn - m / m

$$X_r = \frac{\sum M_x - M_v}{R_v} \quad X_r = 1.86 \text{ m}$$

Cuidado que  $X_r$  sea Negativo

Es el punto de aplicación de la Fuerza Resultante  $X_r$ , medido desde el punto **J**, ubicado en la puntera de la base.

**5.3.2.- CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD DE LA FUERZA RESULTANTE  $e_x$**  :

Para evitar la inclinación del muro por asentamientos diferenciales de la cimentación, es deseable que la resultante de las presiones en el suelo actúen en el núcleo central de la superficie resistente, vale decir en el 1 / 3 central de la base del muro.  
 Para que exista compresión en toda la base con diagramas de presión trapezoidal, la excentricidad debe ser menor que el sexto de la base (B/6).

$B =$	4.70 m
$X_r =$	1.8593 m

$$e_x = \frac{B}{2} - X_r \quad e_x = 0.49 \text{ m}$$

Medida desde el centro de la base.

$$e_{m\acute{a}x} = \frac{B}{6} \quad e_{m\acute{a}x} = 0.78 \text{ m}$$

Se debe cumplir que:  $e_x < e_{m\acute{a}x}$   $0.49 < 0.78$  **OK!!!**

**5.3.3.- CALCULO DE LA PRESION DE CONTACTO MURO - SUELO DE FUNDACION ( $\sigma_{m\acute{a}x}$ ,  $\sigma_{m\acute{i}n}$ ):**

$R_v =$	85.2960 Tn / m
$B =$	4.70 m
$e_x =$	0.490745 m

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{R_v}{B} * (1 + \frac{6 * e_x}{B}) \quad \sigma_{m\acute{a}x} = 2.95 \text{ Kg / cm}^2$$

$$\sigma_{m\acute{i}n} = \frac{R_v}{B} * (1 - \frac{6 * e_x}{B}) \quad \sigma_{m\acute{i}n} = 0.68 \text{ Kg / cm}^2$$

Se debe cumplir que:  $\sigma_{m\acute{a}x} < \sigma$   $2.95 < 5.14$  **OK!!!**

Se debe cumplir que:  $\sigma_{m\acute{i}n} > 0.00$   $0.68 > 0.00$  **OK!!!**

**PRESION DE CONTACTO MURO - SUELO DE FUNDACION**

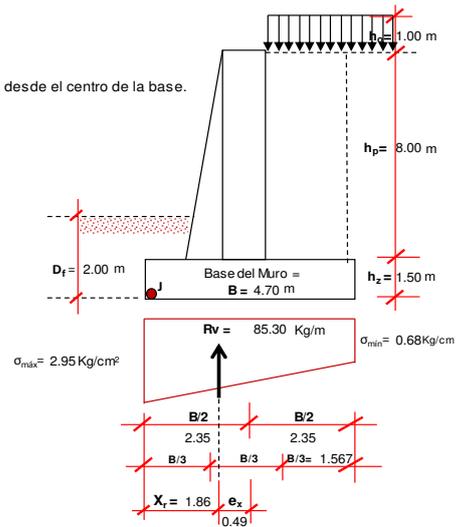


DIAGRAMA TRAPEZOIDAL

**5.3.4.- CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA DEL SUELO DE FUNDACION ( $q_{ult}$ ):**

Utilizando el método de Terzaghi, modificado por Vesic aplicamos la siguiente expresión:

**Determinación de los Factores de Capacidad de Carga (según Vesic)**

$N_c =$ (Nq - 1) / Tg ( $\phi$ )
$N_q = e^{*19(\phi)} * Tg^2(45 + \phi / 2)$
$N_y = (Nq + 1) * 2 * Tg (\phi)$

**Determinación de los Factores de Forma**

$S_c = 1 + (Nq / Nc) * (B' / L)$
$S_q = 1 + (Tg \phi) * (B' / L)$
$S_y = 1 - 0.4 * (B' / L)$

$N_c = 76.12$	$F_{cd} = 1.00$	$F_{ci} = 0.62$
$N_q = 65.10$	$F_{qd} = 1.00$	$F_{qi} = F_{ci} = 0.62$
$N_y = 111.32$	$F_{yd} = 1.00$	$F_{yi} = 0.28$

**Determinación de los Factores de Profundidad**

$F_{cd} = 1 + 0.4(D_f / B')$
$F_{qd} = 1 + 2Tan \phi_1 * (1 - Sen \phi_1)^2 * (D_f / B')$
$F_{yd} = 1.00$

**Determinación de los Factores de Inclinación de Carga**

$F_{ci} = (1 - \psi / 90^\circ)^2$
$F_{qi} = F_{ci} = F_{ci}$
$F_{yi} = (1 - \psi / \phi)^2$
$\psi = Tan^{-1}(E_a * Cos \beta^\circ / P_p)$
$\psi = 19.0604$

$S_c = 4.18$
$S_q = 4.13$
$S_y = -0.49$

**Esfuerzo Efectivo al Nivel de Fondo de la Cimentación  $q$  :**

$$q = \gamma_1 * D_f = 4.7000 \text{ Tn / m}^2$$

**Ancho Efectivo de la Cimentación**

$$B' = B - 2e_x = 3.7185 \text{ m}$$

**Datos del Suelo de Fundación :**

$\gamma_1 = 2.35 \text{ Tn/m}^3$   
 $c_1 = 0.00 \text{ Tn/m}^2$   
 $\phi_1 = 40.1^\circ$   
 $D_f = 2.00 \text{ m}$   
 $B = 4.70 \text{ m}$   
 $e_x = 0.490745 \text{ m}$

**Longitud del muro "L":**

$L = 1.00 \text{ m}$

**Además:**

$Ea = 29.4704043 \text{ Tn/m}$   
 $P.P. = 85.2960 \text{ Tn/m}$   
 $\beta^\circ = 0^\circ$

Entonces la Capacidad de Carga Última del Suelo se determina mediante la siguiente expresión:

$$q_{\text{últ}} = c_1 \cdot N_c \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B^1 \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

$$q_{\text{últ}} = 32.40 \text{ Kg/Cm}^2$$

**5.3.5.- CALCULO DEL OS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL SUELO DE FUNDACION:**

La capacidad admisible del suelo de fundación ( $\sigma_{\text{adm}}$ ) se determina con un factor de seguridad para cargas estáticas  $FS_{\text{carga}} = 3$

$q_{\text{últ}} = 32.40 \text{ Kg/Cm}^2$   
 $\sigma_{\text{máx.}} = 2.95 \text{ Kg/Cm}^2$

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{q_{\text{últ}}}{F_s} \quad \sigma_{\text{adm}} = 10.80 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$FS_{\text{CARGA}} = \frac{q_{\text{últ}}}{\sigma_{\text{máx}}} \quad FS_{\text{carga}} = 10.98 \text{ Kg/Cm}^2$$

Se debe cumplir que:  $FS_{\text{carga}} > 3$     10.98 > 3.00    OK!!!

Se debe cumplir que:  $\sigma_{\text{adm}} > \sigma_{\text{máx.}}$     2.95 > 10.80    OK!!!

**DISEÑO OPTIMO DE MURO DE CONTENCION CONCRETO ARMADO**

**ANALISIS CON SISMO DE MURO DE CONTENCION**

**PROYECTO:** "AMPLIACION DE MURO DE CONTENCION DEL FALSO TUNEL KM 28+700-CHAQUIULLOCCLLA, DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL HV-101, DEL DISTRITO DE DANIEL HERNANDEZ, PROVINCIA DE TAYACAJA, DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA"

**6.- ANALISIS POR SISMO**

**6.1.- NOMENCLATURA Y PARAMETROS**

	<b>Z</b> =	0.25	Factor de Zona 2
	<b>U</b> =	1.00	Factor de uso e importancia
	<b>R</b> =	4.00	Coefficiente de Reducción de Fuerza Sísmica
	<b>S</b> =	1.20	Factor de Suelo
	<b>T<sub>p</sub></b> =	0.90	Período que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo
	<b>C<sub>t</sub></b> =	60.00	Coefficiente para estimar el período predominante
	<b>H</b> =	9.50 m	

$$T = \frac{H_n}{C_T} \quad T = 0.158333333$$

$$C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)^{1.25} \leq 2.5 \quad C = 2.5$$

**6.2.- CALCULO DE LA ACELERACION ESPECTRAL**

$$Sa_x = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad Sa_x = 1.8375 \quad m/s^2$$

$$Sa_y = \frac{2}{3} Sa_x \quad Sa_y = 1.23 \quad m/s^2$$

**6.3.- CALCULO DEL COEFICIENTE SISMICO HORIZONTAL K<sub>h</sub> Y EL COEFICIENTE SISMICO VERTICAL K<sub>v</sub>**

Utilizando el método de **Mononobe Okabe**:

$$k_h = \frac{\text{Componente Horizontal Aceleración Sismo}}{g} \quad K_h = 0.0938$$

$$k_v = \frac{\text{Componente Vertical Aceleración Sismo}}{g} \quad K_v = 0.1250$$

$$\theta = \tan^{-1} \left[ \frac{k_h}{1 - k_v} \right] \quad \theta = 6.115503566 \quad 6^\circ \quad 6' \quad 56''$$

Calculando el ángulo α :

F =	0.90 m	
h <sub>p</sub> =	8.00 m	
		α° = 6.41878673    6°    25'    8''

**6.4.- CALCULO DE LA FUERZA SISMICA DEL PESO PROPIO F<sub>spp</sub>**

Ubicada en el centro de gravedad del muro

P <sub>muro concreto</sub> =	33.2400 Tn / m
K <sub>h</sub> =	0.0938

$$F_{spp} = k_h \cdot P_p \quad F_{spp} = 3.12 \text{ Tn / m}$$

Aplicado a: X<sub>cg</sub> = 2.097292419 m Y<sub>cg</sub> = 2.735560 m

**6.5.- CALCULO DEL MOMENTO DE LA FUERZA SISMICA DEL PESO PROPIO M<sub>spp</sub>**

$$M_{spp} = F_{spp} \cdot X_{cg} \quad M_{spp} = 6.5356875 \text{ Tn} \cdot \text{m / m}$$

**6.6.- CALCULO DEL COEFICIENTE DE PRESION DINAMICA ACTIVA K<sub>ae</sub>**

Determinado por la Ecuación de **Mononobe Okabe**:

Para: β < φ<sub>2</sub> - θ ..... (0° < (φ<sub>2</sub>° - θ°))

0° < 28.844964° OK!!!

$$K_{ae} = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\text{Cos} \theta \cdot \text{Sen}^2 \psi \cdot \text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \cdot \text{Sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

Donde:

- ψ° = Angulo de la cara interna del muro con la horizontal
- β° = Angulo del talud de terreno del relleno con la horizontal
- δ° = Angulo de fricción suelo (relleno) - muro = (2/3°φ), según Terzaghi.
- φ<sub>1</sub>° = Angulo de fricción interna

ψ° =	90
φ <sub>2</sub> ° =	35
δ° =	23.3333333
β° =	0
θ =	6.115503566

Sen(ψ + φ - θ)	0.87559292	Sen(φ + δ)	0.851117922
Cos(θ)	0.99430913	Sen(φ - β - θ)	0.483046507
Sen(ψ)	1.00000000	Sen(ψ - δ - θ)	0.870796281
Sen(ψ - δ - θ)	0.87079628	Sen(ψ + β)	1

**K<sub>ae</sub> = 0.311082652**

**6.7.- CALCULO DEL INCREMENTO DINAMICO DEL EMPUJE ACTIVO ( $\Delta DEa$ )**

$\gamma_2 = 2.41 \text{ Tn/m}^3$   
 $H = 9.50 \text{ m}$

$K_{ae} = 0.31108265$   
 $K_a = 0.27098911$   
 $K_v = 0.1250$

$\Delta DEa = \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_2 \cdot H^2\right) \cdot (K_{ae} - K_a) \cdot (1 - K_v)$        $\Delta DEa = 3.81519504 \text{ Tn/m}$

Aplicado a:  $D_{vd} = \frac{2}{3} \cdot H$        $D_{vd} = 6.33 \text{ m}$  (Medido desde la base del muro)

**6.8.- CALCULO DEL MOMENTO DE INCREMENTO DINAMICO DEL EMPUJE ACTIVO (Momento por Empuje Sismico):  $M_{sis}$  :**

$M_{sis} = \Delta DEa \cdot D_{vd}$        $M_{sis} = 24.16277475 \text{ Tn} \cdot \text{m} / \text{m}$

**6.9.- CALCULO DEL EMPUJE TOTAL ( $E_t = E_a + \Delta DEa + F_{spp}$  )**

Conformado por el Empuje Activo, el Incremento Dinámico del Empuje Activo y la Fuerza Sismica Inercial del Peso Propio.

$E_a = 29.47 \text{ Tn/m}$        $F_{spp} = 3.12 \text{ Tn/m}$   
 $\Delta DEa = 3.81519504 \text{ Tn/m}$   
 $E_t = E_a + \Delta DEa + F_{spp}$        $E_t = 36.40 \text{ Tn/m}$

**6.10.- CALCULO DE LA RESULTANTE DE LAS FUERZAS VERTICALES  $R_v$  :**

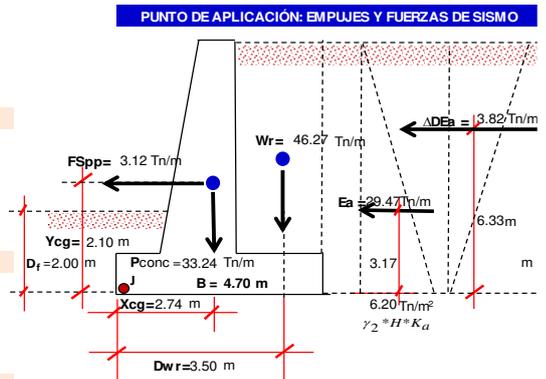
Las fuerzas que la componen son el peso propio, y el peso del relleno.

$P_{muro \text{ concreto}} = 33.2400 \text{ Tn/m}$   
 $W_r = 46.2720 \text{ Tn/m}$   
 $R_v = P_p + W_r$        $R_v = 79.51 \text{ Tn/m}$

**6.11.- CALCULO DEL MOMENTO ACTUANTES DEL SUELO  $M_{as}$  : (Momento de Volcamiento)**

Las fuerzas que intentan volcar al muro son el Empuje Activo, el Incremento Dinámico del Empuje Activo y la Fuerza Sismica Inercial del Peso Propio.

$M_{as} = 93.32392942 \text{ Tn} \cdot \text{m} / \text{m}$   
 $M_{as} = 124.02 \text{ Tn} \cdot \text{m} / \text{m}$



**7.- ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DEL MURO**

**7.1.- FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA EL VOLTEO FSV**

**Momento de Volteo ( $M_v$ )**

Son las fuerzas que intentan volcar al muro, son el Empuje Activo, el Incremento Dinámico del Empuje Activo y la Fuerza Sismica Inercial del Peso Propio.

$M_v = 124.02 \text{ Tn} \cdot \text{m} / \text{m}$

**Momento de Estabilizante ( $M_e$ )**

Son las fuerzas que dan estabilidad al muro, son el Peso Propio del muro, y el Peso del Relleno.

$M_e = 251.91 \text{ Tn} \cdot \text{m} / \text{m}$

Entonces el Factor de Seguridad Contra el Volteo será:

$FSV = \frac{M_e}{M_v} = 2.03 > 1.75 \text{ OK!!!}$

**7.2.- FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO FSD**

**7.2.1.- CALCULO DE LA FUERZA DE ROCE  $F_r$  : (Es la resistencia entre el suelo y la base del muro)**

La Fuerza de Roce se determinó en función del ángulo de fricción interna y el empuje pasivo del suelo de fundación.

$c_1 = 0.00 \text{ Tn/m}^2$        $\delta = \text{Angulo de Fricción Suelo - Muro} = 2/3 \cdot \phi_1^\circ = 26.73^\circ$   
 $\phi_1 = 40.1^\circ$        $\mu = \text{Tan}(2/3 \cdot \phi_1^\circ) = 0.5036$   
 $E_{av} = 0.00 \text{ Tn/m}$        $C' = 0.50 \cdot c_1 = 0.00 \text{ Tn/m}^2$   
 $B = 4.70 \text{ m}$   
 $R_v = 79.51 \text{ Tn/m}$   
 $E_p = 83.70 \text{ Tn/m}$

$F_r = \mu \cdot (R_v + E_{av}) + c' \cdot B + E_p$        $F_r = 123.7403 \text{ Tn/m}$

Entonces el Factor de Seguridad Contra el Deslizamiento será:

$Fr = 123.7403 \text{ Tn/m}$   
 $E_{ah} = E_t = 36.40 \text{ Tn/m}$   
 $FSD = \frac{Fr}{E_{ah}} = 3.899 > 1.50 \text{ OK!!!}$

Vemos que falla el factor de seguridad contra el deslizamiento, situación que ocurre generalmente cuando se incluye el sismo.

Tenemos dos alternativas para solucionar el problema:

**Alternativa 1** : Aumentar la dimensión de la base

**Alternativa 2** : Colocar un dentellón de pie.

Colocaremos un dentellón de pie, para hacer uso del empuje pasivo que se desarrolla frente a él, de la siguiente manera:

**8.- CALCULO DEL EMPUJE EN CONDICION PASIVA**

**8.1.- CALCULO DEL COEFICIENTE DE EMPUJE PASIVO  $K_p$  :**

El coeficiente de empuje Pasivo  $K_p$  se puede determinar adecuando la ecuación de Coulomb de la forma siguiente:

$$K_p = \frac{\text{Sen}^2(\psi - \phi)}{\text{Sen}^2\psi \cdot \text{Sen}(\psi + \delta) \left[ 1 - \frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi + \beta)}{\text{Sen}(\psi + \delta) \cdot \text{Sen}(\psi + \beta)} \right]}$$

Donde:

- $\psi^\circ = \text{Angulo de la cara interna del muro con la horizontal}$
- $\beta^\circ = \text{Angulo del talud de terreno del relleno con la horizontal}$
- $\delta^\circ = \text{Angulo de fricción suelo muro} = (2/3 \cdot \phi)$ , según Terzaghi.
- $\phi_1^\circ = \text{Angulo de fricción interna}$

$$\begin{aligned}\psi^\circ &= 90^\circ \\ \phi_1^\circ &= 40.1^\circ \\ \delta^\circ &= 26.733333^\circ \\ \beta^\circ &= 0^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sen}(\psi - \phi_2) &= 0.764922713 \\ \text{Sen} \psi &= 1.000000000 \\ \text{Sen}(\psi + \delta) &= 0.89310769\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sen}(\phi_2 + \delta) &= 0.919365443 \\ \text{Sen}(\phi_2 + \beta) &= 0.644124882 \\ \text{Sen}(\psi + \beta) &= 1\end{aligned}$$

$$K_p = 18.9952112$$

\* Para el caso particular de que ignoremos los ángulos  $\psi = 0$ ,  $\delta = 0$ ,  $\beta = 0$ , se obtiene el coeficiente  $K_p$  según Rankine:

$$\phi_1^\circ = 40.1^\circ$$

$$\text{Sen} \phi_1 = 0.644124882$$

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

$$K_p = 4.619993327$$

### 8.2.- CALCULO DEL EMPUJE PASIVO $E_p$ . (Por unidad de longitud de muro) y se puede estimar conservadoramente según la expresión de Rankine:

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= 2.35 \text{ Tn/m}^3 \\ D_f &= 2.00 \text{ m} \\ K_p &= 18.9952112\end{aligned}$$

$$E_p = \left( \frac{1}{2} * \gamma_1 * D_f^2 \right) * K_p$$

$$E_p = 89.28 \text{ Tn/m}$$

Como el terreno situado está por encima de la punta, y se ha excavado para la ejecución del muro, es aconsejable utilizar la siguiente expresión:

$$h_1 = 0.50 \text{ m}$$

$$E_p = \frac{1}{2} * \gamma_1 * (D_f^2 - h_1^2) * K_p$$

$$E_p = 83.70 \text{ Tn/m}$$

$$D_v = \frac{2 D_f}{3}$$

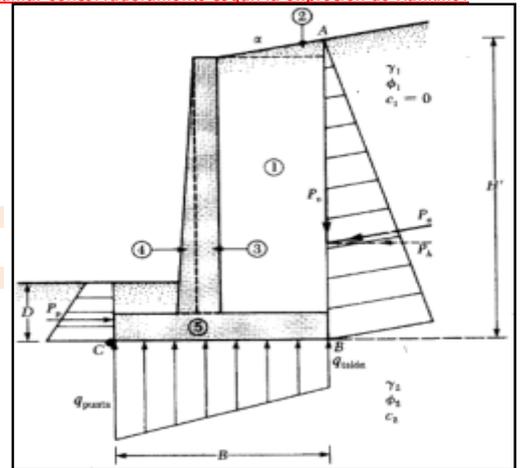
$$D_v = 1.33 \text{ m}$$

\* Para suelos cohesivos, el  $E_p$  de Rankine se expresa en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= 2.35 \text{ Tn/m}^3 \\ c_1 &= 0.00 \text{ Tn/m}^2 \\ D_f &= 2.00 \text{ m} \\ K_p &= 18.99521116\end{aligned}$$

$$E_p = \frac{1}{2} * \gamma_1 * K_p * D_f^2 + 2 * c_1 * \sqrt{K_p} * D_f$$

$$E_p = 89.28 \text{ Tn/m}$$



### 8.3.- CALCULO DE LA PRESION PASIVA SUPERIOR DEL DENTELLON:

Calculada con la cota de la profundidad de desplante.

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= 2.35 \\ D_f &= 2.00 \\ K_p &= 18.9952112\end{aligned}$$

$$\sigma_{ps} = (\gamma_1 * D_f) * K_p$$

$$\sigma_{ps} = 89.27749247 \text{ Tn/m}^2$$

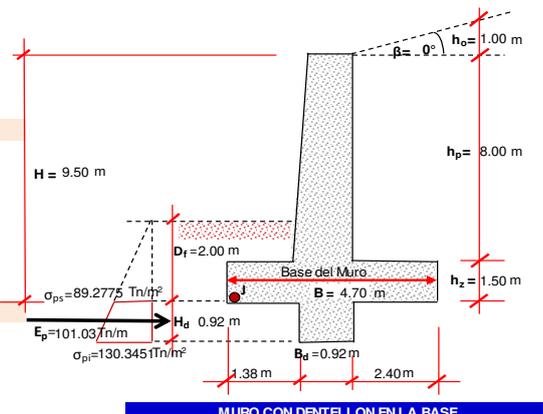
### 8.4.- CALCULO DE LA PRESION PASIVA INFERIOR DEL DENTELLON:

Calculada con la cota de fondo del dentellón, y se predimensionó  $B_d = H / 10$ .

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= 2.35 \\ D_f &= 2.00 \\ B_d &= 0.92 \text{ m} \\ K_p &= 18.9952112\end{aligned}$$

$$\sigma_{pi} = \gamma_1 * (D_f + H_d) * K_p$$

$$\sigma_{pi} = 130.345139 \text{ Tn/m}^2$$



### 8.5.- CALCULO DEL EMPUJE PASIVO ACTUANDO SOBRE EL DENTELLON:

Calculada con la altura del dentellón, y se predimensionó  $H_d = H / 10$ .

$$\begin{aligned}\sigma_{ps} &= 89.27749247 \text{ Tn/m}^2 \\ \sigma_{pi} &= 130.345139 \text{ Tn/m}^2 \\ H_d &= 0.92 \text{ m}\end{aligned}$$

$$E_p = \frac{\sigma_{pi} + \sigma_{ps}}{2} * H_d$$

$$E_p = 101.0264105 \text{ Tn/m}$$

### 8.6.- CALCULO DE LA FUERZA DE ROCE $F_r$ : (Es la resistencia entre el suelo y la base del muro)

Se determinó considerando la colaboración del Empuje Pasivo actuando solamente sobre el dentellón, y la fricción suelo - muro.

$$\begin{aligned}c_1 &= 0.00 \text{ Tn/m}^2 \\ \phi_1 &= 40.1^\circ \\ E_{av} &= 0.00 \text{ Tn/m} \\ B &= 4.70 \text{ m} \\ E_p &= 101.03 \text{ Tn/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta &= \text{Angulo de Fricción Suelo - Muro} = 2/3 \phi_1 = 26.73^\circ \\ \mu &= \tan(2/3 * \phi_1^\circ) = 0.5036 \\ C' &= 0.50 * c_1 = 0.00 \text{ Tn/m}^2\end{aligned}$$

$$F_r = \mu * (R_v + E_{av}) + c' * B + E_p$$

$$F_r = 141.0691 \text{ Tn/m}$$

Entonces el Factor de Seguridad Contra el Deslizamiento será:

$$\begin{aligned}F_r &= 141.0691 \text{ Tn/m} \\ E_{ah} = E_t &= 36.40 \text{ Tn/m}\end{aligned}$$

$$FSD = \frac{F_r}{E_{ah}} = 3.88 > 1.50 \text{ OK!!!}$$

### 8.7.- FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA FALLA POR CAPACIDAD DE CARGA

#### 8.7.1.- CALCULO DEL PUNTO DE APLICACIÓN DE LA FUERZA RESULTANTE $X_r$ : ( $X_r$ = Centro de Gravedad de la Resultante Ideal):

Verificamos que el Punto de aplicación de la Fuerza Resultante  $X_r$  de la base este dentro del 1/3 central de la cimentación del muro:

$$\begin{aligned}R_v &= 79.5120 \text{ Tn/m} \\ M_e &= 251.912500 \text{ Tn} \cdot \text{m} \\ M_s &= 124.0223917 \text{ Tn} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

$$X_r = \frac{\sum M_e - M_s}{R_v}$$

$$X_r = 1.61 \text{ m}$$

Cuidado que  $X_r$  sea Negativo

**8.7.2.- CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD DE LA FUERZA RESULTANTE e<sub>x</sub>:**

Para evitar la inclinación del muro por asentamientos diferenciales de la cimentación, es deseable que la resultante de las presiones en el suelo actúen en el núcleo central de la superficie resistente, vale decir en el 1/3 central de la base del muro.

Para que exista compresión en toda la base con diagramas de presión trapezoidal, la excentricidad debe ser menor que el sexto de la base (B/6).

B = 4.70 m  
Xr = 1.61 m

$$e_x = \frac{B}{2} - X_r \quad e_x = 0.74 \text{ m}$$

$$e_{m\acute{a}x} = \frac{B}{6} \quad e_{m\acute{a}x} = 0.78 \text{ m}$$

Se debe cumplir que:  $e_x < e_{m\acute{a}x}$     0.74 < 0.78    OK!!!

**8.7.3.- CALCULO DE LA PRESION DE CONTACTO MURO - SUELO DE FUNDACION (σ máx, mín):**

R<sub>v</sub> = 79.51 Tn/m  
B = 4.70 m  
e<sub>x</sub> = 0.74 m

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{R_v}{B} * (1 + \frac{6 * e_x}{B}) \quad \sigma_{m\acute{a}x} = 3.29 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{m\acute{i}n} = \frac{R_v}{B} * (1 - \frac{6 * e_x}{B}) \quad \sigma_{m\acute{i}n} = 0.09 \text{ Kg/cm}^2$$

Se debe cumplir que:  $\sigma_{m\acute{a}x} < \sigma$     3.29 < 5.14    OK!!!

Se debe cumplir que:  $\sigma_{m\acute{i}n} > 0.00$     0.09 > 0.00    OK!!!

**PRESION DE CONTACTO MURO - SUELO DE FUNDACION**

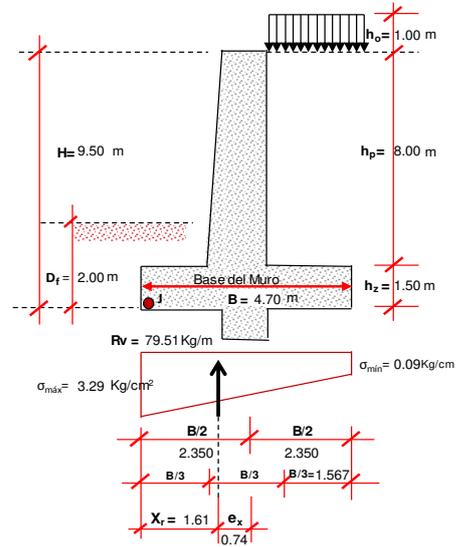


DIAGRAMA TRAPEZOIDAL

**8.7.4.- CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA DEL SUELO DE FUNDACION (q<sub>ult</sub>):**

Utilizando el método de Terzaghi, modificado por Vesic aplicamos la siguiente expresión:

**Determinación de los Factores de Capacidad de Carga (según Vesic)**

N<sub>c</sub> = (N<sub>q</sub> - 1) / Tg(φ)  
N<sub>q</sub> = e<sup>tan(φ)</sup> \* Tg<sup>2</sup>(45 + φ/2)  
N<sub>y</sub> = (N<sub>q</sub> + 1) \* 2 \* Tg(φ)

**Determinación de los Factores de Forma**

S<sub>c</sub> = 1 + (N<sub>q</sub> / N<sub>c</sub>) \* (B' / L)  
S<sub>q</sub> = 1 + (Tg φ) \* (B' / L)  
S<sub>y</sub> = 1 - 0.4 \* (B' / L)

N<sub>c</sub> = 76.12    F<sub>cd</sub> = 1.00    F<sub>ci</sub> = 0.62  
N<sub>q</sub> = 65.10    F<sub>qd</sub> = 1.00    F<sub>qi</sub> = F<sub>ci</sub> = 0.62  
N<sub>y</sub> = 111.32    F<sub>yd</sub> = 1.00    F<sub>yt</sub> = 0.28

**Determinación de los Factores de Profundidad**

F<sub>cd</sub> = 1 + 0.4(D<sub>f</sub> / B')  
F<sub>qd</sub> = 1 + 2Tan φ<sub>1</sub> \* (1 - Sen φ<sub>1</sub>)<sup>2</sup> \* (D<sub>f</sub> / B')  
F<sub>yd</sub> = 1.00

**Determinación de los Factores de Inclinación de Carga**

F<sub>ci</sub> = (1 - ψ / 90°)<sup>2</sup>  
F<sub>qi</sub> = F<sub>ci</sub>  
F<sub>yt</sub> = (1 - ψ / φ°)<sup>2</sup>  
ψ = Tan<sup>-1</sup>(Ea \* Cos β° / Pp)  
ψ = 19.0604

S<sub>c</sub> = 3.75  
S<sub>q</sub> = 3.71  
S<sub>y</sub> = -0.29

**Esfuerzo Efectivo al Nivel de Fondo de la Cimentación q:**

q = γ<sub>1</sub> \* D<sub>f</sub> = 4.7000 Tn / m<sup>2</sup>

**Ancho Efectivo de la Cimentación**

B' = B - 2e<sub>x</sub> = 3.2169 m

**Datos del Suelo de Fundación:**

γ<sub>1</sub> = 2.35 Tn / m<sup>3</sup>  
c<sub>1</sub> = 0.00 Tn/m<sup>2</sup>  
φ<sub>1</sub> = 40.1°  
D<sub>f</sub> = 2.00 m  
B = 4.70 m  
e<sub>x</sub> = 0.74 m

**Longitud del muro "L":**

L = 1.00 m

**Además:**

Ea = 29.47 Tn / m  
P.P. = 85.2960 Tn / m  
β° = 0°

Entonces la Capacidad de Carga Última del Suelo se determina mediante la siguiente expresión:

$$q_{ult} = c_1 \cdot N_c \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_y \cdot F_{yd} \cdot F_{yt}$$

q<sub>ult</sub> = 30.59 Kg / Cm<sup>2</sup>

**8.7.5.- CALCULO DEL LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL SUELO DE FUNDACION:**

La capacidad admisible del suelo de fundación (σ<sub>adm</sub>) se determina con un factor de seguridad para cargas estáticas FS<sub>carga</sub> = 3

q<sub>ult</sub> = 30.59 Kg / Cm<sup>2</sup>  
σ<sub>máx.</sub> = 3.29 Kg / Cm<sup>2</sup>

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{F_s} \quad \sigma_{adm} = 10.20 \text{ Kg / Cm}^2$$

$$FS_{CARGA} = \frac{q_{ult}}{\sigma_{m\acute{a}x}} \quad FS_{carga} = 9.29 \text{ Kg / Cm}^2$$

Se debe cumplir que: FS<sub>carga</sub> > 3    9.61 > 3.00    OK!!!

Se debe cumplir que: σ<sub>máx</sub> < σ<sub>adm</sub>    2.88 < 10.20    OK!!!



**DISEÑO OPTIMO DE MURO DE CONTENCIÓN CONCRETO ARMADO**

**CALCULO DE ACERO DE MURO DE CONTENCIÓN**

**PROYECTO:** "AMPLIACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN DEL FALSO TUNEL KM 28+700-CHAQUILLOCLLA, DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL HV-101, DEL DISTRITO DE DANIEL HERNANDEZ, PROVINCIA DE TAYACAJA, DEPARTAMENTO DE HUANCAYELICA"

**9.- DISEÑO DE LA PANTALLA**

**9.1.- VERIFICACIÓN DEL CORTANTE EN EL ARRANQUE**

La pantalla del muro se comporta como un volado sometido a la presión horizontal que ejerce el suelo y la sobrecarga, los momentos flectores resultantes originan tracción en la cara interna en contacto con el suelo, la cual deberá ser reforzada con acero corrugado.

$E_{ah} = 29.47 \text{ Tn/m}$

$E_{au} = 1.7 * E_{ah} \quad \text{Eau} = 50,099.69 \text{ Kg}$

**9.2.- FUERZA CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO**

La Fuerza Cortante Máximo Resistente del concreto, varía con la altura de la pantalla, además la altura útil **d(y)** es variable.

$F = 0.90 \text{ m} \quad F_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$   
 $G = 0.40 \text{ m} \quad \phi = 0.85 \text{ (Factor de Resistencia)}$   
 $r_e = 0.05 \text{ m}$

$V_c = 0.53 * \phi * \sqrt{f'c} * b * d \quad V_c = 81,604.57$

Se debe cumplir que:  $V_c > E_{au} \quad 81,604.57 > 50,099.69 \quad \text{OK!!!}$

**9.3.- VERIFICACIÓN DEL MOMENTO RESISTENTE**

$E_{au} = 50099.687 \text{ Kg.}$   
 $D_v = 3.17 \text{ m}$   
 $h_z = 1.50 \text{ m}$

$M_u = E_{au} * (D_v - h_z) \quad M_u = 83,501.15 \text{ Kg/m}$

**9.4.- VERIFICACIÓN DEL MOMENTO RESISTENTE A LA ROTURA**

$F = 0.90 \text{ m} \quad F_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$   
 $G = 0.40 \text{ m} \quad F_y = 4200 \text{ Kg/Cm}^2$   
 $r_e = 0.05 \text{ m} \quad \phi = 0.90 \text{ (Factor de Reducción, para Flexión)}$

$Mur = \phi * f'c * b * d^2 * \omega * (1 - 0.59 * \omega) \quad Mur = 548,861.35 \text{ Kg/m}$

**9.5.- VERIFICACIÓN DE LAS CUANTÍAS**

**9.5.1.- CALCULO DE LA CUANTÍA BALANCEADA**

El código ACI 318 - 99 fija los siguientes límites para las cuantías de diseño:

$\beta_1 = 0.85 \text{ para } f'c \leq 280 \text{ Kg/Cm}^2$   
 $F_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$   
 $F_y = 4200 \text{ Kg/Cm}^2$

$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \left(\frac{f_c}{f_y}\right) * \left(\frac{6,000}{6,000 + f_y}\right) \quad \rho_b = 0.0213$

**9.5.2.- CALCULO DE LA CUANTÍA MÁXIMA: (0.50 para zonas sísmicas y 0.75 para zonas no sísmicas).**

$\rho_{pmáx} = 0.50 * \rho_b \quad \rho_{pmáx} = 0.0106$

**9.5.3.- CALCULO DE LA CUANTÍA MÍNIMA**

$\rho_{mín} = 0.80 * \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} \quad \rho_{mín} = 0.002760$

**9.6.- CALCULO DEL ÍNDICE DE ACERO**

Definimos a  $\omega$  = Índice de acero máximo, mediante la siguiente expresión:

$\omega = \rho_{máx} * \frac{f_y}{f'c} \quad \omega = 0.2125$

Se debe cumplir que:  $Mur > M_u \quad 548,861.35 > 83,501.15 \quad \text{OK!!!}$

**9.7.- DISEÑO POR FLEXIÓN**

**9.7.1.- ACERO VERTICAL - MOMENTO RESISTENTE**

Si  $t >= 0.25 \text{ m}$  de deberá usar refuerzo en dos capas

$M_u = 83,501.15 \text{ Kg/m} \quad b = 100 \text{ Cm}$   
 $F = 0.90 \text{ m} \quad d = 125.00 \text{ Cm}$   
 $G = 0.40 \text{ m} \quad \phi = 0.90$   
 $r_e = 0.05 \text{ m} \quad F_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$   
 $F_y = 4200 \text{ Kg/Cm}^2$

$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - \frac{a}{2})} \quad A_s = 17.98 \text{ Cm}^2$

Siendo:  $a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b} \quad a = 4.23 \text{ Cm}$

**9.7.2.- CALCULO DE LA CUANTIA MINIMA**

$\rho_{min} = 0.0018$

$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d$

$A_{s_{min}} = 22.50 \text{ cm}^2$

Nº de Varilla	6	As de diseño 3/4":	2.85	cm <sup>2</sup>	=> En un metro, usar 8 varillas de 3/4", As=22.8018365593874 cm2
---------------	---	--------------------	------	-----------------	--

$\phi$  de diseño = 3/4

Entonces:

As =	22.50	cm <sup>2</sup>
S =	12.67	cm
Smáx =	45.00	cm

**ACERO INTERIOR => Usar Acero de 3/4": cada, 12.6676869774374 Cm**

Si t >= 0.25 m se colocará armadura vertical en el paramento exterior:

Nº de Varilla	6	As de diseño 3/4":	2.85	cm <sup>2</sup>	=> En un metro, usar 8 varillas de 3/4", As=22.8018365593874 cm2
---------------	---	--------------------	------	-----------------	--

$\phi$  de diseño = 3/4

Entonces:

As =	22.50	cm <sup>2</sup>
S =	12.67	cm

**ACERO EXTERIOR => Usar Acero de 3/4": cada, 12.6676869774374 Cm**

**9.7.3.- ACERO HORIZONTAL**

El refuerzo horizontal está dado por la expresión:

$A_{s_{horizontal\ total}} = \rho_t * b * d$

Donde:

1)  $\rho_t = 0.0020$  Si  $\phi \leq 5/8"$  y  $F_y > 4200 \text{ Kg/cm}^2$

2)  $\rho_t = 0.0025$  Para otros casos

Nº de Varilla	5	As de diseño 5/8":	1.98	cm <sup>2</sup>	=> En un metro, usar 12 varillas de 5/8", As=23.7519130826952 cm2
---------------	---	--------------------	------	-----------------	---

$\phi$  de diseño = 5/8

Entonces:  $\rho_t = 0.0025$

Entonces:

As =	20.83	cm <sup>2</sup>
S =	9.50	cm

**ACERO EXTERIOR => Usar Acero de 5/8": cada, 9.50076523307808 Cm**

$\phi$  de diseño : 1/2

Nº de Varilla	4	As de diseño 1/2":	1.27	cm <sup>2</sup>	=> En un metro, usar 18 varillas de 1/2", As=22.8018365593874 cm2
---------------	---	--------------------	------	-----------------	---

$\phi$  de diseño = 1/2

Entonces:  $\rho_t = 0.0020$

Entonces:

As =	8.33	cm <sup>2</sup>
S =	15.20	cm

**ACERO INTERIOR => Usar Acero de 1/2": cada, 15.2012243729249 Cm**

**9.8.- DISEÑO DE LA ZAPATA**

**9.8.1.- DISEÑO DE LA ZAPATA ANTERIOR : PUNTA**

B =	4.70 m	M =	1.00 m	Ptotal =	85.30 Tn / m
h <sub>z</sub> =	1.50 m	F =	0.90 m	$\Sigma M_x$ =	251.91 Tn - m / m
d =	1.45 m	G =	0.40 m	Eau =	50,099.69 Kg
D <sub>v</sub> =	3.17 m	N =	2.40 m	F <sub>c</sub> =	210 Kg / Cm <sup>2</sup>
				F <sub>y</sub> =	4200 Kg / Cm <sup>2</sup>

$\Sigma F_{V_u} = 1.4 \Sigma F_d + 1.7 \Sigma F_l$   $\Sigma F_{V_u} = 119,414.40 \text{ Kg}$

$\Sigma M_{e_u} = 1.4 \Sigma M_d + 1.7 \Sigma M_l$   $\Sigma M_{e_u} = 352,674.00 \text{ Kg / m}$

$M_{V_u} = 158,650.68 \text{ Tn - m}$

**9.8.2.- CALCULO DE LOS ESFUERZOS SOBRE EL TERRENO**

Para verificar que no existan esfuerzos de tracción sobre el terreno, debe considerarse que la resultante de las fuerzas se encuentre dentro del tercio central de la base del muro.



Entonces:

As =	26.10	cm <sup>2</sup>
S =	10.92	cm

ACERO PRINCIPAL => Usar Acero de 3/4": cada, 10.9204198081357 Cm

9.8.13.- CALCULO DEL ACERO DE REPARTICION

Nº de Varilla	6	As de diseño 3/4":	2.85	cm <sup>2</sup>	=> En un metro, usar 10 varillas de 3/4", As=28.5022956992342 cm2
---------------	---	--------------------	------	-----------------	---

φ de diseño = 3/4

Entonces:

As =	26.10	cm <sup>2</sup>
S =	10.92	cm

ACERO DE REPARTICION => Usar Acero de 3/4": cada, 10.9204198081357 Cm

9.8.14.- DISEÑO DE LA ZAPATA POSTERIOR : TALÓN

B=	4.70	d =	1.45 m.	F'c =	210 Kg / Cm <sup>2</sup>
M =	1.00 m	b =	100 Cm	F'y =	4200 Kg / Cm <sup>2</sup>
H =	9.50 m			γc =	2.40 Tn / m <sup>3</sup>
h <sub>z</sub> =	1.50 m				

Peso Propio =	3,600.00 Kg / m
W relleno =	22,800.00 Kg / m
Peso Total =	26,400.00 Kg / m

9.8.15.- DISEÑO POR CORTE - VERIFICACION DEL ESFUERZO CORTANTE ULTIMO Vu :

Wu = 36,960.00 Kg / m

$$V_u = W_u * M - \frac{\sigma_{\text{máx}-u} + \sigma_{\text{mín}-u}}{2} * M$$

Vu = 11,552.68 Kg

9.8.16.- CONTRIBUCION DEL CONCRETO EN LA RESISTENCIA AL CORTE Vuc :

$$V_{uc} = 0.53 * \phi * \sqrt{f'c} * d$$

Vuc = 94,661.30 Kg.

Se debe cumplir que: Vuc > Vu 94,661.30 > 11,552.68 OK!!!

9.8.17.- VERIFICACION DEL MOMENTO :

$$M_u = W_u * \frac{M}{2} - \frac{\sigma_{\text{mín}-u} * M}{2} + \frac{\sigma_{1-u}}{6}$$

Mu = 15,869.16 Kg / m

9.8.18.- VERIFICACION DEL MOMENTO RESISTENTE A LA ROTURA

$$M_{ur} = \phi * f'c * b * d^2 * \omega * (1 - 0.59 * \omega)$$

Mur = 738,547.84 Kg / m

Se debe cumplir que: Mur > Mu 738,547.84 > 15,869.16 OK!!!

9.8.19.- DISEÑO DEL ACERO

9.8.20.- CALCULO DEL ACERO PRINCIPAL

Nº de Varilla	6	As de diseño 3/4":	2.85	cm <sup>2</sup>	=> En un metro, usar 10 varillas de 3/4", As=28.5022956992342 cm2
---------------	---	--------------------	------	-----------------	---

φ de diseño = 3/4

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - \frac{a}{2})}$$

As = 2.90 Cm<sup>2</sup>

Siendo:

$$a = \frac{A_s * f'c * y}{0.85 * f'c * b}$$

a = 0.6829 Cm

9.8.21.- CALCULO DEL ACERO MINIMO

ρ<sub>min</sub> = 0.0018

$$A_{s\text{min}} = \rho_{\text{min}} * 10000 * d$$

As<sub>min</sub> = 26.10 Cm<sup>2</sup>

Entonces:

As =	26.10	cm <sup>2</sup>
S =	10.92	cm

ACERO PRINCIPAL => Usar Acero de 3/4": cada, 10.9204198081357 Cm

9.8.22.- CALCULO DEL ACERO DE REPARTICION

Nº de Varilla	6	As de diseño 3/4":	2.85	cm <sup>2</sup>	=> En un metro, usar 10 varillas de 3/4", As=28.5022956992342 cm2
---------------	---	--------------------	------	-----------------	---

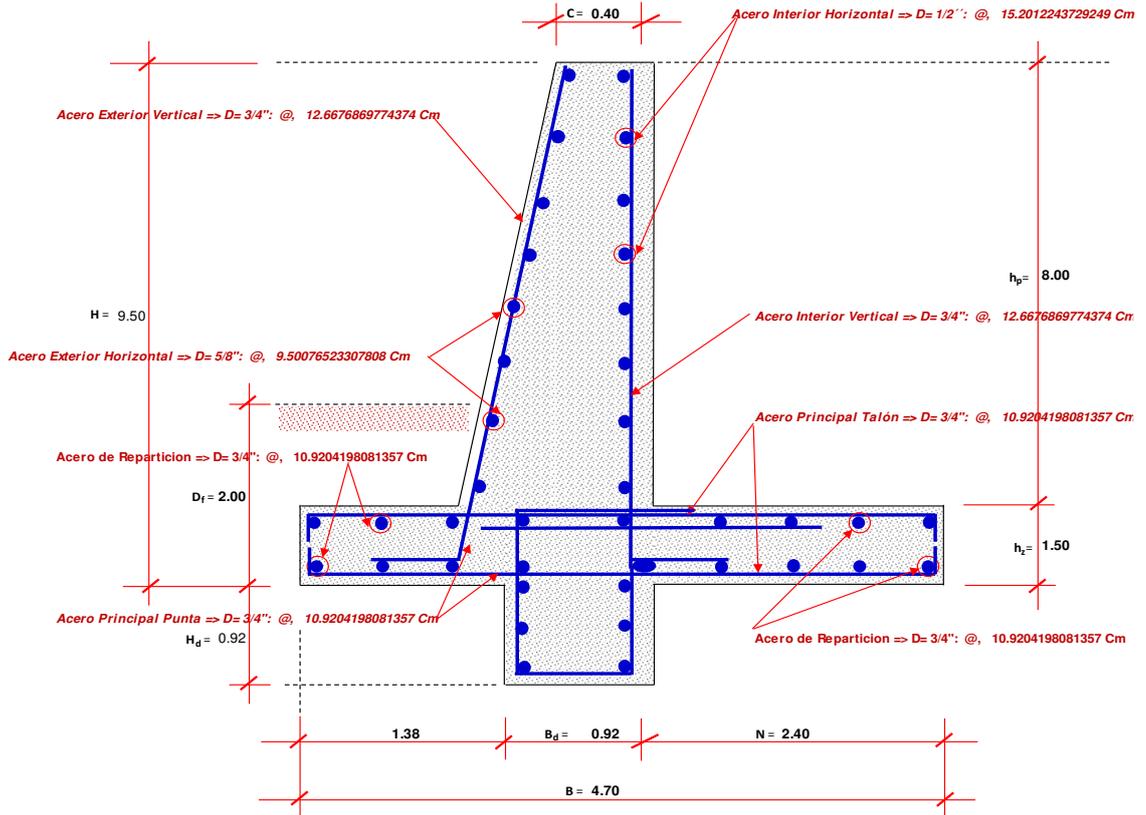
φ de diseño = 3/4

Entonces:

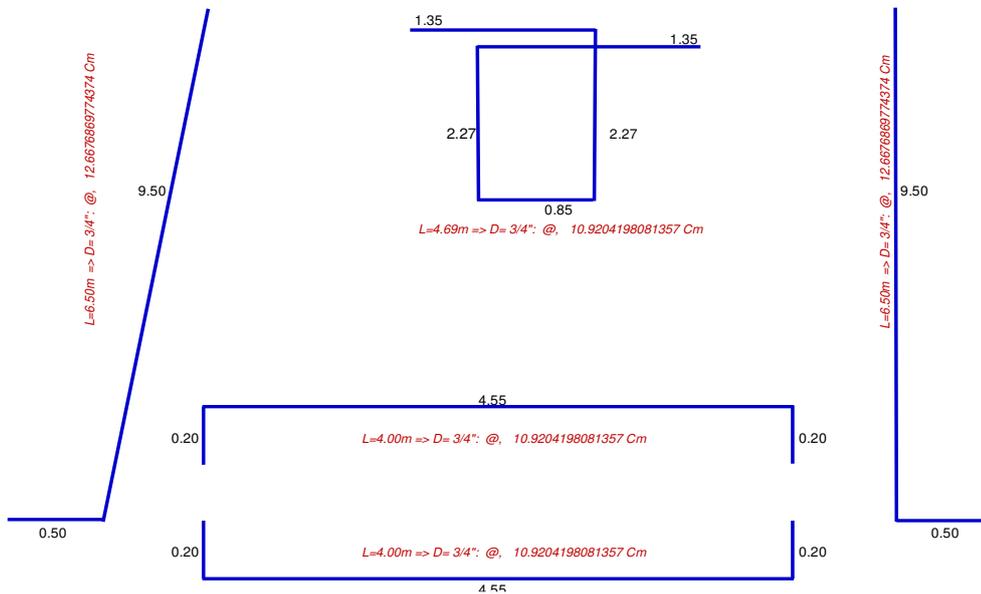
As =	26.10	cm <sup>2</sup>
S =	10.92	cm

ACERO DE REPARTICION => Usar Acero de 3/4": cada, 10.9204198081357 Cm

**DISTRIBUCION DE ACERO - MURO DE CONTENCIÓN H=8M**



**ESTRIBO EN DENTELLON**



**ANEXO N° 12: TABLA DE DESPLAZAMIENTOS TOTALES DEL MURO  
DE CONTENCIÓN**

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 1

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1	-3.500	2.000	0.000	-0.177	0.000	0.017
2	-3.500	1.850	0.000	-0.199	0.000	0.015
3	-3.500	1.700	0.000	-0.222	0.000	0.013
4	-3.500	1.550	0.000	-0.245	0.000	0.012
5	-2.188	2.000	-0.440	-0.714	-37.763	-0.017
6	-2.625	2.000	-0.297	-0.409	-25.819	0.002
7	-3.063	2.000	-0.150	-0.234	-13.099	0.013
8	-3.063	1.850	-0.190	-0.256	-15.604	0.012
9	-3.063	1.700	-0.230	-0.279	-18.175	0.010
10	-2.625	1.850	-0.378	-0.430	-30.989	0.001
11	-2.479	1.550	-0.629	-0.561	-48.598	-0.008
12	-1.896	1.550	-0.999	-1.074	-76.900	-0.039
13	-2.042	1.700	-0.773	-0.896	-60.306	-0.028
14	-3.063	1.550	-0.270	-0.302	-20.770	0.008
15	-2.625	1.700	-0.459	-0.453	-36.281	-0.001

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 2

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
16	-2.188	1.850	-0.568	-0.736	-45.955	-0.018
17	-1.750	1.400	-1.235	-1.268	-95.732	-0.052
18	-2.333	1.400	-0.820	-0.683	-62.773	-0.016
19	-2.917	1.400	-0.412	-0.369	-31.171	0.004
20	-1.960	0.412	-1.864	-1.376	-134.007	-0.057
21	-1.855	0.906	-1.645	-1.304	-121.435	-0.053
22	-2.438	0.906	-1.041	-0.773	-76.535	-0.020
23	-3.022	0.906	-0.464	-0.498	-34.091	-0.002
24	-2.543	0.412	-1.139	-0.901	-81.744	-0.027
25	-2.065	-0.082	-1.897	-1.450	-134.272	-0.062
26	-3.500	0.787	0.000	-0.477	0.000	0.000
27	-3.500	0.175	0.000	-0.723	0.000	-0.015
28	-3.500	-0.438	0.000	-0.952	0.000	-0.030
29	-3.022	0.293	-0.582	-0.741	-41.639	-0.016
30	-3.022	-0.319	-0.633	-0.976	-44.867	-0.031

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 3

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
31	-2.543	-0.201	-1.266	-1.136	-89.605	-0.042
32	-3.500	1.400	0.000	-0.270	0.000	0.010
33	-1.313	1.550	-1.416	-1.924	-106.394	-0.090
34	-1.458	1.700	-1.133	-1.651	-84.215	-0.073
35	-1.604	1.850	-0.855	-1.402	-65.024	-0.058
36	-0.438	2.000	-1.800	-3.728	-74.190	-0.204
37	-0.875	2.000	-1.111	-2.700	-66.125	-0.138
38	-1.313	2.000	-0.787	-1.815	-58.775	-0.084
39	-0.729	1.850	-1.585	-3.128	-91.317	-0.160
40	-1.167	1.850	-1.138	-2.121	-79.176	-0.102
41	-1.021	1.700	-1.491	-2.471	-102.870	-0.121
42	-1.750	2.000	-0.594	-1.174	-48.590	-0.045
43	-1.482	-0.082	-2.705	-2.122	-191.268	-0.106
44	-1.377	0.412	-2.625	-2.154	-189.657	-0.107
45	-1.272	0.906	-2.289	-2.182	-170.617	-0.107

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 4

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
46	-0.688	0.206	-3.677	-3.595	-266.504	-0.202
47	-0.980	0.556	-3.036	-2.906	-223.349	-0.154
48	-1.085	0.062	-3.221	-2.759	-229.151	-0.148
49	-3.022	-0.932	-0.612	-1.137	-43.636	-0.044
50	-2.543	-0.813	-1.241	-1.295	-88.277	-0.054
51	-2.065	-0.695	-1.887	-1.592	-133.649	-0.073
52	-2.026	-1.426	-1.651	-1.579	-120.187	-0.076
53	-2.504	-1.544	-1.092	-1.316	-79.601	-0.060
54	-1.986	-2.157	-1.213	-1.281	-92.044	-0.065
55	-3.500	-1.050	0.000	-1.100	0.000	-0.042
56	-2.982	-1.663	-0.550	-1.159	-40.196	-0.051
57	-2.464	-2.275	-0.797	-1.068	-60.135	-0.053
58	-1.946	-2.888	-0.631	-0.699	-49.596	-0.037
59	-3.500	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
60	-2.982	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 5

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
61	-2.464	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
62	-1.946	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
63	-3.500	-1.663	0.000	-1.108	0.000	-0.048
64	-3.500	-2.275	0.000	-0.943	0.000	-0.044
65	-3.500	-2.888	0.000	-0.583	0.000	-0.029
66	-2.982	-2.888	-0.227	-0.597	-17.329	-0.030
67	-2.464	-2.888	-0.441	-0.636	-34.044	-0.033
68	-2.982	-2.275	-0.408	-0.976	-30.529	-0.047
69	-0.875	1.550	-1.809	-2.843	-129.763	-0.143
70	-0.583	1.700	-1.981	-3.572	-120.591	-0.184
71	-0.292	1.850	-2.326	-4.157	-103.339	-0.230
72	-0.583	1.550	-2.113	-3.629	-145.917	-0.186
73	-0.292	1.550	-2.575	-4.498	-171.928	-0.245
74	-0.292	1.700	-2.468	-4.327	-134.778	-0.236
75	-1.167	1.400	-1.688	-2.217	-131.971	-0.108

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 6

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
76	-0.292	1.400	-2.702	-4.688	-211.083	-0.259
77	-0.583	1.400	-2.225	-3.657	-172.436	-0.193
78	-0.875	1.400	-1.930	-2.840	-148.921	-0.145
79	-0.875	1.050	-2.574	-3.020	-195.264	-0.156
80	-0.583	0.700	-3.363	-3.960	-256.059	-0.216
81	-0.292	0.350	-3.963	-4.846	-301.580	-0.276
82	-0.292	1.050	-3.396	-4.915	-261.306	-0.272
83	-0.583	1.050	-2.964	-3.876	-227.071	-0.207
84	-0.292	0.700	-3.712	-4.953	-286.913	-0.276
85	0.000	0.350	-4.140	-6.138	-332.605	-0.341
86	0.000	0.700	-3.947	-6.161	-316.621	-0.341
87	0.000	1.050	-3.801	-6.158	-295.500	-0.345
88	0.000	0.350	-4.231	-6.828	-340.865	-0.377
89	0.000	0.700	-4.031	-6.855	-322.627	-0.377
90	0.000	1.050	-3.919	-6.823	-304.183	-0.377

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 7

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
91	-1.190	-0.432	-3.095	-2.587	-217.706	-0.138
92	-0.793	-0.288	-3.665	-3.285	-256.441	-0.185
93	-0.397	-0.144	-4.288	-4.259	-298.415	-0.249
94	-0.360	-0.999	-3.487	-3.471	-254.378	-0.209
95	-0.378	-0.571	-3.979	-3.945	-278.949	-0.233
96	-0.775	-0.716	-3.471	-3.167	-244.995	-0.179
97	-1.587	-0.576	-2.547	-2.052	-179.561	-0.103
98	-1.172	-0.860	-2.924	-2.528	-207.919	-0.136
99	-0.756	-1.143	-3.068	-2.866	-223.422	-0.164
100	-0.341	-1.426	-2.966	-2.929	-224.877	-0.181
101	-1.547	-1.307	-2.215	-1.967	-160.991	-0.101
102	-1.508	-2.038	-1.636	-1.574	-124.924	-0.084
103	-1.468	-2.769	-0.906	-0.907	-72.642	-0.050
104	-0.717	-1.874	-2.242	-2.165	-174.411	-0.127
105	-1.132	-1.591	-2.329	-2.154	-173.981	-0.118

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 8

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
106	-1.092	-2.321	-1.548	-1.500	-122.993	-0.085
107	0.000	1.550	-3.384	-5.198	-211.033	-0.329
108	0.000	1.700	-3.239	-4.750	-169.408	-0.312
109	0.000	1.850	-3.104	-4.440	-134.235	-0.290
110	0.250	1.550	-3.988	-4.607	-241.763	-0.387
111	0.500	1.550	-4.393	-4.336	-263.000	-0.409
112	0.250	1.700	-3.889	-4.500	-213.653	-0.371
113	0.000	1.400	-3.517	-5.941	-265.276	-0.339
114	0.250	1.400	-4.080	-4.717	-268.279	-0.392
115	0.500	1.400	-4.410	-4.378	-272.682	-0.409
116	0.750	1.400	-4.747	-4.183	-276.914	-0.419
117	0.000	1.400	-3.794	-6.790	-285.200	-0.377
118	0.250	1.400	-5.157	-4.552	-285.502	-0.391
119	0.500	1.400	-5.171	-4.346	-285.696	-0.404
120	0.750	1.400	-5.178	-4.137	-286.015	-0.418

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 9

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
121	0.000	1.400	-5.139	-4.753	-285.241	-0.377
122	0.000	1.050	-4.868	-4.758	-304.202	-0.377
123	0.000	0.700	-4.602	-4.767	-322.640	-0.377
124	0.000	0.350	-4.333	-4.782	-340.883	-0.377
125	0.750	1.400	-5.178	-4.137	-286.027	-0.418
126	0.500	1.400	-5.171	-4.346	-285.713	-0.404
127	0.250	1.400	-5.158	-4.552	-285.510	-0.391
128	0.500	1.050	-4.891	-4.350	-304.489	-0.404
129	0.250	1.050	-4.881	-4.558	-304.333	-0.391
130	0.250	0.700	-4.611	-4.567	-322.724	-0.391
131	0.000	2.000	-3.036	-4.178	-104.161	-0.261
132	0.800	2.003	-5.104	-3.762	-243.371	-0.412
133	0.534	2.002	-4.594	-3.849	-209.109	-0.373
134	0.267	2.001	-3.933	-3.988	-160.574	-0.316
135	0.250	1.850	-3.828	-4.295	-191.599	-0.340

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 10

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
136	0.500	1.700	-4.421	-4.238	-251.855	-0.400
137	0.750	1.550	-4.776	-4.119	-270.807	-0.422
138	0.767	1.701	-4.876	-4.034	-264.604	-0.424
139	0.784	1.852	-4.995	-3.917	-255.685	-0.421
140	0.517	1.851	-4.497	-4.069	-231.816	-0.390
141	1.000	1.400	-5.031	-3.971	-285.898	-0.435
142	1.017	1.551	-5.122	-3.892	-275.619	-0.433
143	1.034	1.702	-5.240	-3.817	-269.791	-0.433
144	1.050	1.853	-5.378	-3.742	-265.108	-0.434
145	1.067	2.004	-5.510	-3.654	-259.627	-0.433
146	1.000	1.400	-5.178	-3.933	-286.807	-0.432
147	1.017	1.551	-5.300	-3.930	-280.315	-0.434
148	1.034	1.702	-5.426	-3.927	-273.789	-0.436
149	1.050	1.853	-5.557	-3.925	-267.400	-0.438
150	1.067	2.004	-5.691	-3.922	-261.221	-0.439

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 11

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
151	0.056	-1.282	-3.272	-3.319	-249.992	-0.222
152	0.037	-0.855	-3.821	-3.986	-279.794	-0.259
153	0.019	-0.427	-4.340	-4.833	-304.764	-0.300
154	0.719	-0.677	-4.239	-4.047	-310.986	-0.335
155	0.369	-0.552	-4.257	-4.553	-307.100	-0.321
156	0.387	-0.980	-3.728	-3.847	-281.792	-0.278
157	-1.429	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
158	-1.053	-3.052	-0.645	-0.627	-54.019	-0.037
159	-0.677	-2.605	-1.310	-1.282	-109.081	-0.077
160	-0.302	-2.157	-1.998	-1.976	-162.974	-0.126
161	-0.911	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
162	-0.393	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
163	0.125	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
164	-0.535	-3.052	-0.695	-0.678	-60.710	-0.042
165	-0.017	-3.052	-0.724	-0.707	-64.944	-0.048

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 12

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
166	-0.159	-2.605	-1.391	-1.373	-118.785	-0.090
167	0.350	-0.125	-4.852	-5.306	-328.846	-0.369
168	0.700	-0.250	-4.890	-4.596	-329.448	-0.377
169	1.050	-0.375	-4.958	-3.834	-339.633	-0.389
170	1.050	-0.250	-5.018	-3.724	-341.500	-0.400
171	1.050	-0.125	-5.269	-3.825	-342.858	-0.411
172	0.700	-0.125	-5.115	-4.676	-334.237	-0.391
173	0.000	0.000	-4.829	-6.029	-341.783	-0.353
174	1.050	0.000	-5.648	-3.980	-344.779	-0.424
175	0.700	0.000	-5.491	-4.799	-339.566	-0.405
176	0.350	0.000	-5.160	-5.471	-335.286	-0.386
177	1.400	-0.375	-5.228	-3.645	-367.821	-0.429
178	1.400	-0.250	-5.207	-3.593	-364.539	-0.432
179	1.400	-0.125	-5.278	-3.455	-358.653	-0.438
180	1.400	0.000	-5.418	-3.313	-353.767	-0.444

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 13

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
181	0.000	0.000	-4.836	-6.536	-359.108	-0.377
182	1.050	0.000	-5.828	-4.112	-359.033	-0.432
183	0.700	0.000	-5.697	-4.949	-359.177	-0.414
184	0.350	0.000	-5.380	-5.657	-359.229	-0.396
185	1.400	0.000	-5.494	-3.396	-358.999	-0.450
186	1.400	-0.375	-5.339	-3.983	-377.934	-0.450
187	1.400	-0.250	-5.301	-3.864	-371.663	-0.450
188	1.400	-0.125	-5.366	-3.646	-365.357	-0.450
189	0.000	0.000	-4.061	-4.801	-359.146	-0.377
190	0.350	0.000	-4.055	-4.511	-359.281	-0.396
191	0.700	0.000	-4.056	-4.199	-359.221	-0.414
192	1.050	0.000	-4.076	-3.874	-359.064	-0.432
193	0.250	0.350	-4.339	-4.580	-340.945	-0.391
194	0.500	0.700	-4.620	-4.356	-322.787	-0.404
195	0.750	1.050	-4.899	-4.138	-304.663	-0.418

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 14

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
196	0.600	0.350	-4.350	-4.278	-340.993	-0.409
197	0.950	0.350	-4.363	-3.962	-340.975	-0.427
198	0.850	0.700	-4.631	-4.051	-322.845	-0.423
199	0.406	-1.407	-3.160	-3.166	-248.197	-0.235
200	0.737	-1.105	-3.645	-3.475	-280.074	-0.290
201	1.069	-0.802	-4.236	-3.472	-314.741	-0.351
202	1.077	-1.642	-2.901	-2.438	-233.969	-0.245
203	1.073	-1.222	-3.534	-2.992	-275.757	-0.300
204	0.741	-1.524	-3.044	-2.876	-243.211	-0.242
205	0.074	-1.709	-2.689	-2.691	-214.010	-0.184
206	0.501	-3.052	-0.740	-0.879	-66.800	-0.053
207	0.358	-2.605	-1.430	-1.361	-124.192	-0.102
208	0.216	-2.157	-2.073	-2.038	-173.086	-0.147
209	0.410	-1.826	-2.561	-2.510	-209.392	-0.190
210	0.746	-1.944	-2.426	-2.226	-200.987	-0.192

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 15

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
211	1.082	-2.061	-2.305	-1.846	-189.130	-0.189
212	0.694	-2.722	-1.281	-1.122	-110.902	-0.096
213	0.888	-2.392	-1.802	-1.513	-151.475	-0.141
214	0.552	-2.274	-1.930	-1.807	-163.838	-0.146
215	1.400	-0.125	-4.085	-3.515	-365.372	-0.450
216	1.400	-0.250	-4.016	-3.506	-371.678	-0.450
217	1.400	-0.375	-3.939	-3.504	-377.956	-0.450
218	1.625	-0.250	-4.005	-3.359	-371.754	-0.462
219	1.625	-0.375	-3.925	-3.353	-378.037	-0.462
220	1.850	-0.375	-3.917	-3.185	-378.094	-0.473
221	1.400	-0.500	-3.857	-3.503	-384.226	-0.450
222	1.625	-0.500	-3.840	-3.346	-384.344	-0.462
223	1.850	-0.500	-3.827	-3.178	-384.363	-0.473
224	2.075	-0.500	-3.826	-3.006	-384.251	-0.484
225	1.400	-0.500	-5.368	-3.901	-384.172	-0.450

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 16

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
226	2.075	-0.500	-5.174	-1.862	-384.180	-0.484
227	1.850	-0.500	-5.535	-2.219	-384.293	-0.473
228	1.625	-0.500	-5.591	-2.946	-384.276	-0.461
229	0.643	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
230	0.837	-3.170	-0.579	-0.464	-50.203	-0.042
231	1.030	-2.839	-1.159	-0.864	-95.466	-0.086
232	1.224	-2.509	-1.689	-1.196	-136.717	-0.133
233	1.161	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
234	1.679	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
235	2.196	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
236	1.354	-3.170	-0.648	-0.373	-49.136	-0.044
237	1.872	-3.170	-0.533	-0.238	-47.380	-0.047
238	1.548	-2.839	-1.157	-0.659	-93.380	-0.091
239	1.300	0.350	-4.376	-3.644	-340.963	-0.445
240	1.200	0.700	-4.635	-3.746	-322.773	-0.441

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 17

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
241	1.100	1.050	-4.902	-3.842	-304.686	-0.436
242	1.525	0.350	-4.383	-3.457	-341.005	-0.457
243	1.750	0.350	-4.392	-3.279	-341.131	-0.468
244	1.425	0.700	-4.634	-3.552	-322.718	-0.452
245	1.400	0.000	-4.130	-3.539	-359.010	-0.450
246	1.625	0.000	-4.151	-3.367	-359.105	-0.462
247	1.850	0.000	-4.163	-3.198	-359.295	-0.473
248	2.075	0.000	-4.173	-3.028	-359.633	-0.485
249	2.075	-0.375	-3.915	-3.013	-378.105	-0.484
250	1.850	-0.250	-4.002	-3.190	-371.856	-0.473
251	1.625	-0.125	-4.079	-3.364	-365.452	-0.462
252	2.075	-0.250	-4.002	-3.019	-371.961	-0.484
253	2.075	-0.125	-4.087	-3.025	-365.816	-0.485
254	1.850	-0.125	-4.083	-3.195	-365.611	-0.473
255	2.300	-0.500	-3.832	-2.846	-384.075	-0.495

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 18

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
256	2.300	-0.375	-3.918	-2.850	-378.058	-0.495
257	2.300	-0.250	-4.004	-2.854	-371.960	-0.496
258	2.300	-0.125	-4.091	-2.857	-365.926	-0.496
259	2.300	-0.500	-4.660	-2.129	-384.063	-0.495
260	2.300	-0.375	-4.615	-1.933	-378.058	-0.495
261	2.300	-0.250	-4.547	-1.698	-371.960	-0.496
262	2.300	-0.125	-4.473	-1.452	-365.932	-0.496
263	1.413	-1.759	-2.715	-1.929	-220.996	-0.242
264	1.409	-1.339	-3.312	-2.395	-264.999	-0.303
265	1.404	-0.920	-4.030	-2.879	-307.865	-0.365
266	1.833	-1.511	-2.888	-1.693	-243.028	-0.292
267	1.618	-1.215	-3.434	-2.221	-276.190	-0.332
268	1.623	-1.635	-2.820	-1.831	-232.601	-0.267
269	1.400	-0.500	-5.166	-3.525	-359.982	-0.428
270	2.075	-0.500	-4.862	-1.664	-351.860	-0.471

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 19

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
271	1.850	-0.500	-5.223	-2.053	-352.388	-0.462
272	1.625	-0.500	-5.291	-2.749	-353.314	-0.449
273	1.614	-0.796	-4.265	-2.602	-321.123	-0.398
274	1.828	-1.091	-3.558	-1.969	-286.331	-0.360
275	2.042	-1.387	-2.945	-1.524	-252.470	-0.315
276	2.064	-0.796	-4.025	-1.695	-314.692	-0.416
277	1.839	-0.796	-4.153	-2.047	-318.792	-0.410
278	2.053	-1.091	-3.424	-1.633	-282.520	-0.364
279	1.417	-2.178	-2.130	-1.455	-174.643	-0.183
280	1.627	-2.055	-2.239	-1.420	-186.921	-0.205
281	1.837	-1.931	-2.307	-1.361	-198.514	-0.227
282	2.047	-1.807	-2.346	-1.278	-209.458	-0.249
283	2.390	-3.170	-0.342	-0.237	-45.586	-0.048
284	2.066	-2.839	-0.905	-0.469	-90.333	-0.095
285	1.742	-2.509	-1.563	-0.894	-133.579	-0.141

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 20

Node	X [m]	Y [m]	U <sub>x</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	U <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	ΔU <sub>x</sub> [10 <sup>-6</sup> m]	ΔU <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]
286	2.161	-2.261	-1.636	-0.852	-158.989	-0.182
287	1.951	-2.385	-1.608	-0.876	-146.594	-0.161
288	2.276	-2.715	-0.967	-0.487	-104.546	-0.115
289	1.975	0.350	-4.402	-3.105	-341.349	-0.479
290	1.650	0.700	-4.634	-3.367	-322.713	-0.463
291	1.325	1.050	-4.897	-3.651	-304.617	-0.448
292	1.975	1.050	-4.873	-3.115	-304.410	-0.479
293	1.650	1.050	-4.887	-3.379	-304.493	-0.463
294	1.975	0.700	-4.633	-3.109	-322.824	-0.479
295	2.300	0.350	-4.416	-2.864	-341.795	-0.496
296	2.300	0.700	-4.632	-2.870	-323.043	-0.496
297	2.300	1.050	-4.855	-2.870	-304.346	-0.496
298	2.600	0.350	-4.428	-2.667	-342.214	-0.513
299	2.900	0.350	-4.441	-2.504	-342.623	-0.530
300	2.600	0.700	-4.629	-2.676	-323.157	-0.513

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 21

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
301	2.300	0.000	-4.185	-2.857	-360.161	-0.496
302	2.600	0.000	-4.224	-2.656	-361.407	-0.513
303	2.900	0.000	-4.265	-2.495	-362.343	-0.530
304	3.200	0.000	-4.303	-2.365	-362.987	-0.547
305	2.300	0.000	-4.399	-1.183	-360.166	-0.496
306	2.600	0.000	-4.387	-1.373	-361.407	-0.513
307	2.900	0.000	-4.384	-1.554	-362.325	-0.530
308	3.200	0.000	-4.373	-1.730	-362.957	-0.547
309	2.300	0.000	-4.444	-1.134	-362.681	-0.493
310	2.300	-0.125	-4.514	-1.328	-368.414	-0.490
311	2.300	-0.250	-4.589	-1.518	-372.015	-0.487
312	2.300	-0.375	-4.579	-1.675	-367.232	-0.482
313	3.200	0.000	-4.238	-1.584	-349.647	-0.537
314	2.900	0.000	-4.322	-1.406	-354.236	-0.519
315	2.600	0.000	-4.427	-1.276	-361.485	-0.506

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 22

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
316	2.900	-0.125	-4.332	-1.392	-354.590	-0.502
317	2.600	-0.125	-4.478	-1.311	-364.738	-0.492
318	2.600	-0.250	-4.470	-1.322	-363.012	-0.476
319	3.200	0.350	-4.454	-2.370	-342.956	-0.547
320	2.900	0.700	-4.622	-2.514	-323.170	-0.530
321	2.600	1.050	-4.833	-2.682	-304.094	-0.513
322	3.200	1.050	-4.779	-2.389	-303.326	-0.548
323	2.900	1.050	-4.806	-2.523	-303.685	-0.530
324	3.200	0.700	-4.616	-2.379	-323.172	-0.547
325	3.200	1.400	-4.933	-2.403	-283.115	-0.548
326	2.900	1.400	-4.983	-2.538	-283.673	-0.530
327	2.600	1.400	-5.039	-2.695	-284.533	-0.513
328	3.200	1.400	-4.934	-2.403	-283.138	-0.548
329	2.900	1.400	-4.983	-2.539	-283.698	-0.531
330	2.600	1.400	-5.040	-2.695	-284.558	-0.513

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 23

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
331	3.500	0.350	-4.463	-2.260	-343.155	-0.565
332	3.500	0.700	-4.608	-2.266	-323.124	-0.565
333	3.500	1.050	-4.755	-2.275	-303.035	-0.565
334	4.100	1.050	-4.717	-2.088	-302.740	-0.601
335	3.800	1.050	-4.734	-2.177	-302.847	-0.583
336	3.800	0.700	-4.601	-2.170	-323.107	-0.583
337	3.500	1.400	-4.890	-2.288	-282.676	-0.566
338	4.400	1.400	-4.810	-2.010	-281.885	-0.619
339	4.100	1.400	-4.830	-2.096	-282.116	-0.601
340	3.800	1.400	-4.856	-2.187	-282.362	-0.583
341	3.500	1.400	-4.891	-2.288	-282.697	-0.566
342	4.400	1.400	-4.811	-2.011	-281.896	-0.619
343	4.100	1.400	-4.830	-2.097	-282.128	-0.601
344	3.800	1.400	-4.856	-2.188	-282.379	-0.583
345	4.400	1.050	-4.705	-2.003	-302.700	-0.618

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 24

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
346	4.100	0.700	-4.595	-2.084	-323.115	-0.600
347	3.800	0.350	-4.471	-2.167	-343.291	-0.582
348	4.100	0.350	-4.476	-2.084	-343.368	-0.600
349	4.400	0.350	-4.479	-2.005	-343.402	-0.618
350	4.400	0.700	-4.591	-2.001	-323.134	-0.618
351	3.500	0.000	-4.335	-2.258	-363.395	-0.565
352	3.800	0.000	-4.358	-2.167	-363.649	-0.582
353	4.100	0.000	-4.373	-2.089	-363.719	-0.600
354	4.400	0.000	-4.381	-2.014	-363.649	-0.618
355	4.700	0.000	-4.384	-1.940	-363.500	-0.635
356	4.700	0.350	-4.481	-1.924	-343.390	-0.635
357	4.700	0.700	-4.587	-1.915	-323.119	-0.636
358	4.700	1.050	-4.695	-1.917	-302.649	-0.636
359	4.700	1.400	-4.795	-1.927	-281.681	-0.637
360	3.500	0.000	-4.355	-1.920	-363.356	-0.565

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 25

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
361	3.800	0.000	-4.313	-2.126	-363.604	-0.582
362	4.100	0.000	-4.296	-2.392	-363.670	-0.600
363	4.400	0.000	-4.322	-2.760	-363.593	-0.618
364	4.700	0.000	-4.384	-3.315	-363.495	-0.635
365	4.700	1.400	-3.789	-1.235	-281.683	-0.637
366	4.700	0.350	-4.396	-2.941	-343.394	-0.635
367	4.700	0.700	-4.224	-2.404	-323.132	-0.636
368	4.700	1.050	-4.010	-1.826	-302.659	-0.636
369	1.050	1.853	-5.557	-3.925	-267.403	-0.438
370	1.034	1.702	-5.426	-3.927	-273.794	-0.436
371	1.017	1.551	-5.300	-3.930	-280.321	-0.434
372	1.359	1.955	-5.643	-3.664	-262.892	-0.451
373	1.342	1.804	-5.510	-3.672	-269.148	-0.450
374	1.667	2.057	-5.734	-3.393	-258.711	-0.465
375	1.000	1.400	-5.178	-3.933	-286.808	-0.432

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 26

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
376	1.975	2.159	-5.829	-3.114	-254.831	-0.477
377	1.650	1.906	-5.597	-3.406	-264.813	-0.464
378	1.325	1.653	-5.380	-3.680	-275.648	-0.449
379	1.325	1.400	-5.172	-3.668	-287.179	-0.448
380	1.650	1.400	-5.161	-3.394	-287.167	-0.464
381	1.975	1.400	-5.141	-3.123	-286.843	-0.479
382	1.975	1.653	-5.365	-3.123	-275.511	-0.478
383	1.975	1.906	-5.595	-3.119	-264.898	-0.478
384	1.650	1.653	-5.373	-3.402	-275.548	-0.464
385	2.300	1.400	-5.111	-2.861	-286.237	-0.495
386	2.300	1.653	-5.364	-2.838	-275.767	-0.493
387	2.300	1.906	-5.599	-2.824	-265.301	-0.491
388	2.300	2.159	-5.832	-2.813	-255.228	-0.490
389	2.300	1.400	-5.111	-2.861	-286.254	-0.495
390	2.300	1.653	-5.364	-2.839	-275.783	-0.493

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 27

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
391	2.300	1.906	-5.599	-2.825	-265.317	-0.491
392	2.300	2.159	-5.832	-2.814	-255.243	-0.490
393	2.300	1.400	-5.231	-3.057	-298.697	-0.514
394	2.600	1.400	-5.245	-2.932	-303.315	-0.537
395	2.900	1.400	-5.183	-2.813	-302.004	-0.558
396	3.200	1.400	-5.102	-2.888	-299.979	-0.576
397	2.300	2.159	-5.900	-4.093	-265.894	-0.615
398	2.300	1.906	-5.679	-3.691	-276.774	-0.576
399	2.300	1.653	-5.459	-3.345	-287.813	-0.542
400	2.600	1.653	-5.442	-3.342	-292.104	-0.576
401	2.900	1.653	-5.373	-3.278	-292.669	-0.601
402	2.600	1.906	-5.627	-3.757	-279.534	-0.614
403	1.067	2.004	-5.691	-3.922	-261.223	-0.439
404	1.992	2.310	-5.970	-3.095	-249.097	-0.477
405	1.684	2.208	-5.873	-3.379	-252.834	-0.465

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 28

Node	X [m]	Y [m]	U <sub>x</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	U <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	ΔU <sub>x</sub> [10 <sup>-6</sup> m]	ΔU <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]
406	1.375	2.106	-5.780	-3.655	-256.868	-0.453
407	1.153	2.775	-6.418	-3.894	-232.588	-0.447
408	1.124	2.518	-6.170	-3.906	-241.617	-0.444
409	1.096	2.261	-5.927	-3.916	-251.152	-0.442
410	1.432	2.620	-6.265	-3.821	-237.730	-0.456
411	1.404	2.363	-6.019	-3.839	-247.037	-0.454
412	1.712	2.465	-6.115	-3.355	-243.227	-0.466
413	2.020	2.568	-6.215	-3.064	-239.701	-0.478
414	1.741	2.723	-6.363	-3.329	-234.130	-0.468
415	1.461	2.878	-6.516	-3.601	-228.915	-0.458
416	2.020	2.821	-6.460	-3.060	-230.911	-0.477
417	2.020	3.074	-6.711	-3.056	-222.577	-0.477
418	1.741	2.976	-6.612	-3.331	-225.641	-0.468
419	2.300	2.413	-6.070	-2.804	-245.650	-0.489
420	2.300	2.666	-6.312	-2.794	-236.532	-0.488

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 29

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
421	2.300	2.919	-6.559	-2.784	-227.895	-0.487
422	2.300	3.172	-6.811	-2.775	-219.706	-0.486
423	2.300	2.413	-6.070	-2.805	-245.663	-0.489
424	2.300	2.666	-6.312	-2.795	-236.544	-0.488
425	2.300	2.919	-6.559	-2.785	-227.906	-0.487
426	2.300	3.172	-6.811	-2.776	-219.715	-0.486
427	1.181	3.033	-6.672	-3.881	-224.035	-0.449
428	2.020	3.327	-6.966	-3.053	-214.674	-0.476
429	1.741	3.229	-6.866	-3.333	-217.591	-0.468
430	1.461	3.131	-6.768	-3.609	-220.705	-0.458
431	1.283	3.950	-7.616	-3.819	-196.994	-0.455
432	1.249	3.644	-7.295	-3.842	-205.445	-0.453
433	1.215	3.339	-6.980	-3.862	-214.445	-0.451
434	1.495	3.437	-7.078	-3.584	-211.330	-0.460
435	1.775	3.535	-7.179	-3.301	-208.414	-0.469

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 30

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
436	1.529	3.743	-7.395	-3.557	-202.531	-0.462
437	2.267	-1.387	-2.822	-1.317	-248.968	-0.316
438	2.278	-1.091	-3.310	-1.408	-277.551	-0.363
439	2.289	-0.796	-3.823	-1.529	-308.566	-0.414
440	2.577	-1.105	-3.240	-1.228	-273.156	-0.358
441	2.566	-1.400	-2.795	-1.145	-245.159	-0.315
442	2.864	-1.414	-2.766	-1.060	-242.440	-0.315
443	2.300	-0.500	-4.309	-1.759	-347.802	-0.472
444	2.800	-0.375	-4.376	-1.307	-354.556	-0.458
445	2.900	-0.250	-4.299	-1.364	-351.410	-0.483
446	3.200	-0.125	-4.211	-1.556	-347.252	-0.518
447	3.163	-1.427	-2.725	-1.047	-239.214	-0.316
448	2.875	-1.118	-3.207	-1.146	-271.639	-0.357
449	2.588	-0.809	-3.687	-1.282	-302.831	-0.400
450	3.188	-0.559	-3.897	-1.383	-322.280	-0.449

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 31

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
451	2.888	-0.684	-3.838	-1.245	-315.917	-0.419
452	3.175	-0.993	-3.349	-1.217	-282.515	-0.382
453	2.256	-1.683	-2.392	-1.174	-220.012	-0.271
454	2.600	-3.046	-0.500	-0.274	-61.157	-0.067
455	2.485	-2.591	-1.095	-0.538	-118.170	-0.134
456	2.371	-2.137	-1.729	-0.864	-170.899	-0.202
457	2.555	-1.696	-2.354	-1.032	-215.804	-0.270
458	2.853	-1.710	-2.324	-0.945	-212.156	-0.270
459	3.152	-1.723	-2.294	-0.917	-208.786	-0.270
460	2.968	-2.164	-1.678	-0.724	-163.625	-0.202
461	2.669	-2.150	-1.697	-0.770	-167.078	-0.202
462	2.784	-2.605	-1.081	-0.511	-114.781	-0.134
463	2.714	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
464	2.898	-3.059	-0.503	-0.261	-58.427	-0.066
465	3.082	-2.618	-1.073	-0.493	-111.623	-0.133

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 32

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
466	3.266	-2.177	-1.660	-0.714	-160.300	-0.202
467	3.232	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
468	3.750	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
469	4.268	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
470	3.416	-3.059	-0.528	-0.257	-56.981	-0.067
471	3.934	-3.059	-0.532	-0.264	-55.606	-0.069
472	3.600	-2.618	-1.081	-0.501	-109.032	-0.136
473	2.054	3.633	-7.281	-3.015	-205.678	-0.477
474	1.809	3.841	-7.498	-3.268	-199.798	-0.470
475	1.563	4.048	-7.718	-3.528	-194.265	-0.463
476	2.054	3.886	-7.546	-3.012	-198.636	-0.477
477	2.054	4.139	-7.815	-3.009	-191.948	-0.476
478	1.809	4.094	-7.766	-3.270	-193.061	-0.470
479	2.300	3.425	-7.068	-2.767	-211.937	-0.485
480	2.300	3.678	-7.330	-2.760	-204.565	-0.484

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 33

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
481	2.300	3.931	-7.595	-2.753	-197.565	-0.483
482	2.300	4.184	-7.865	-2.747	-190.919	-0.483
483	2.300	3.425	-7.068	-2.768	-211.946	-0.485
484	2.300	3.678	-7.330	-2.760	-204.572	-0.484
485	2.300	3.931	-7.595	-2.753	-197.570	-0.483
486	2.300	4.184	-7.865	-2.747	-190.923	-0.483
487	2.054	4.392	-8.088	-3.007	-185.592	-0.476
488	1.809	4.347	-8.038	-3.272	-186.654	-0.470
489	1.563	4.302	-7.990	-3.534	-187.802	-0.463
490	2.054	4.645	-8.364	-3.005	-179.525	-0.476
491	2.054	4.898	-8.644	-3.004	-173.709	-0.476
492	1.809	4.600	-8.314	-3.273	-180.543	-0.470
493	2.300	4.438	-8.138	-2.741	-184.608	-0.482
494	2.300	4.691	-8.415	-2.736	-178.576	-0.482
495	2.300	4.944	-8.695	-2.731	-172.789	-0.481

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 34

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
496	2.300	5.197	-8.979	-2.727	-167.213	-0.481
497	2.300	4.438	-8.138	-2.741	-184.614	-0.482
498	2.300	4.691	-8.415	-2.736	-178.582	-0.482
499	2.300	4.944	-8.696	-2.731	-172.796	-0.481
500	2.300	5.197	-8.979	-2.727	-167.219	-0.481
501	1.317	4.256	-7.943	-3.795	-189.044	-0.457
502	2.054	5.152	-8.927	-3.003	-168.109	-0.475
503	1.809	4.853	-8.594	-3.275	-174.690	-0.470
504	1.563	4.555	-8.265	-3.539	-181.640	-0.464
505	1.439	5.348	-9.150	-3.696	-163.923	-0.462
506	1.398	4.984	-8.741	-3.731	-171.831	-0.460
507	1.358	4.620	-8.338	-3.764	-180.171	-0.459
508	1.849	5.217	-9.001	-3.233	-166.662	-0.471
509	1.644	5.282	-9.075	-3.464	-165.268	-0.466
510	1.603	4.919	-8.667	-3.503	-173.230	-0.465

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 35

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
511	2.095	5.515	-9.340	-2.955	-160.386	-0.476
512	1.890	5.581	-9.414	-3.189	-159.000	-0.472
513	1.684	5.646	-9.490	-3.424	-157.656	-0.467
514	2.095	5.769	-9.630	-2.954	-155.184	-0.476
515	2.095	6.022	-9.924	-2.953	-150.099	-0.476
516	1.890	5.834	-9.706	-3.190	-153.835	-0.472
517	2.300	5.450	-9.266	-2.723	-161.816	-0.480
518	2.300	5.703	-9.556	-2.719	-156.570	-0.480
519	2.300	5.956	-9.848	-2.716	-151.447	-0.480
520	2.300	6.209	-10.144	-2.712	-146.428	-0.480
521	2.300	5.450	-9.266	-2.723	-161.822	-0.481
522	2.300	5.703	-9.556	-2.719	-156.575	-0.480
523	2.300	5.956	-9.848	-2.716	-151.452	-0.480
524	2.300	6.209	-10.144	-2.713	-146.432	-0.480
525	1.479	5.712	-9.566	-3.660	-156.352	-0.463

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 36

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
526	2.095	6.275	-10.220	-2.952	-145.110	-0.476
527	1.890	6.087	-10.000	-3.192	-148.782	-0.472
528	1.684	5.899	-9.782	-3.428	-152.524	-0.468
529	1.623	7.009	-11.096	-3.518	-131.035	-0.467
530	1.575	6.577	-10.578	-3.567	-139.262	-0.466
531	1.527	6.144	-10.068	-3.614	-147.678	-0.464
532	1.938	6.520	-10.509	-3.138	-140.347	-0.473
533	1.780	6.765	-10.801	-3.326	-135.659	-0.470
534	1.732	6.332	-10.287	-3.378	-143.982	-0.469
535	2.143	6.707	-10.733	-2.894	-136.762	-0.477
536	1.986	6.952	-11.026	-3.082	-132.102	-0.474
537	1.829	7.197	-11.322	-3.273	-127.505	-0.471
538	2.143	6.961	-11.036	-2.893	-131.956	-0.477
539	2.143	7.214	-11.342	-2.892	-127.204	-0.477
540	1.986	7.205	-11.332	-3.082	-127.350	-0.474

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 37

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
541	2.300	6.463	-10.442	-2.709	-141.493	-0.480
542	2.300	6.716	-10.743	-2.707	-136.625	-0.480
543	2.300	6.969	-11.046	-2.704	-131.819	-0.480
544	2.300	7.222	-11.353	-2.701	-127.066	-0.480
545	2.300	6.463	-10.442	-2.710	-141.497	-0.480
546	2.300	6.716	-10.743	-2.707	-136.628	-0.480
547	2.300	6.969	-11.046	-2.704	-131.822	-0.480
548	2.300	7.222	-11.353	-2.701	-127.068	-0.480
549	2.143	7.467	-11.651	-2.891	-122.507	-0.477
550	1.986	7.459	-11.641	-3.083	-122.655	-0.474
551	1.829	7.450	-11.631	-3.275	-122.811	-0.471
552	2.143	7.720	-11.962	-2.890	-117.880	-0.476
553	2.143	7.973	-12.276	-2.890	-113.331	-0.476
554	1.986	7.712	-11.952	-3.084	-118.027	-0.474
555	2.300	7.475	-11.661	-2.699	-122.365	-0.479

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 38

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
556	2.300	7.728	-11.973	-2.697	-117.740	-0.479
557	2.300	7.981	-12.287	-2.695	-113.193	-0.479
558	2.300	8.234	-12.603	-2.693	-108.732	-0.479
559	2.300	7.475	-11.661	-2.699	-122.365	-0.479
560	2.300	7.728	-11.973	-2.697	-117.740	-0.479
561	2.300	7.981	-12.287	-2.695	-113.192	-0.479
562	2.300	8.234	-12.603	-2.693	-108.731	-0.479
563	1.671	7.442	-11.621	-3.467	-122.972	-0.468
564	2.143	8.226	-12.592	-2.890	-108.869	-0.476
565	1.986	7.965	-12.266	-3.085	-113.477	-0.474
566	1.829	7.703	-11.942	-3.277	-118.182	-0.471
567	1.843	8.986	-13.549	-3.268	-95.967	-0.471
568	1.786	8.471	-12.900	-3.338	-104.645	-0.470
569	1.729	7.957	-12.256	-3.404	-113.637	-0.469
570	2.043	8.479	-12.910	-3.015	-104.494	-0.475

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018

Step : 355 Page : 39

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
571	1.943	8.732	-13.229	-3.141	-100.200	-0.473
572	1.886	8.218	-12.582	-3.211	-109.016	-0.472
573	2.200	8.741	-13.240	-2.818	-100.061	-0.477
574	2.100	8.994	-13.560	-2.944	-95.827	-0.476
575	2.000	9.247	-13.880	-3.070	-91.622	-0.474
576	1.900	9.500	-14.199	-3.196	-87.407	-0.472
577	2.200	9.500	-14.199	-2.818	-87.402	-0.477
578	2.100	9.500	-14.199	-2.944	-87.404	-0.476
579	2.000	9.500	-14.199	-3.070	-87.405	-0.474
580	2.200	9.247	-13.880	-2.818	-91.629	-0.477
581	2.100	9.247	-13.880	-2.944	-91.625	-0.476
582	2.200	8.994	-13.560	-2.818	-95.828	-0.477
583	2.300	8.488	-12.921	-2.692	-104.357	-0.479
584	2.300	9.500	-14.199	-2.692	-87.398	-0.479
585	2.300	8.741	-13.240	-2.691	-100.062	-0.479

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 40

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
586	2.300	8.994	-13.560	-2.691	-95.830	-0.479
587	2.300	9.247	-13.880	-2.692	-91.635	-0.479
588	2.300	8.488	-12.921	-2.692	-104.356	-0.479
589	2.300	8.741	-13.240	-2.692	-100.062	-0.479
590	2.300	8.994	-13.560	-2.692	-95.826	-0.479
591	2.300	9.247	-13.880	-2.692	-91.638	-0.479
592	2.300	9.500	-14.199	-2.692	-87.400	-0.479
593	3.463	-1.302	-2.858	-1.147	-248.460	-0.341
594	3.475	-0.868	-3.439	-1.363	-289.849	-0.411
595	3.488	-0.434	-3.909	-1.584	-324.955	-0.483
596	4.310	-1.051	-2.913	-1.800	-255.079	-0.406
597	3.899	-0.743	-3.445	-1.646	-291.253	-0.448
598	3.887	-1.177	-2.922	-1.359	-253.683	-0.373
599	3.500	0.000	-4.154	-1.762	-345.560	-0.553
600	4.400	0.000	-4.004	-2.568	-337.803	-0.604

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 41

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
601	4.100	0.000	-4.033	-2.234	-341.179	-0.588
602	3.800	0.000	-4.074	-1.963	-343.128	-0.571
603	3.911	-0.308	-3.873	-1.924	-324.008	-0.525
604	4.323	-0.617	-3.396	-1.966	-289.736	-0.485
605	4.734	-0.925	-2.843	-1.792	-253.816	-0.437
606	4.511	-0.308	-3.622	-2.363	-307.793	-0.549
607	4.211	-0.308	-3.773	-2.157	-316.927	-0.538
608	4.623	-0.617	-3.226	-2.074	-280.356	-0.492
609	3.450	-1.736	-2.260	-0.941	-205.471	-0.273
610	4.452	-3.059	-0.512	-0.276	-54.077	-0.071
611	4.118	-2.618	-1.059	-0.531	-106.086	-0.140
612	3.784	-2.177	-1.634	-0.753	-156.414	-0.207
613	3.874	-1.611	-2.361	-1.090	-212.994	-0.301
614	4.298	-1.485	-2.400	-1.268	-217.640	-0.330
615	4.722	-1.359	-2.392	-1.426	-219.992	-0.359

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 42

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
616	4.632	-1.926	-1.797	-1.019	-171.897	-0.260
617	4.208	-2.052	-1.738	-0.881	-165.176	-0.233
618	4.542	-2.493	-1.163	-0.643	-116.649	-0.164
619	3.800	1.400	-4.898	-2.494	-294.680	-0.615
620	4.100	1.400	-4.749	-2.434	-291.460	-0.633
621	4.400	1.400	-4.515	-2.337	-289.871	-0.655
622	4.137	1.641	-4.799	-2.975	-277.436	-0.689
623	4.437	1.641	-4.577	-2.929	-266.205	-0.718
624	4.474	1.882	-4.644	-3.549	-243.796	-0.784
625	4.737	1.641	-4.202	-2.876	-244.512	-0.780
626	4.774	1.882	-4.328	-3.700	-219.204	-0.853
627	4.812	2.124	-4.426	-4.360	-200.244	-0.919
628	5.007	1.641	-3.956	-3.344	-230.941	-0.870
629	5.276	1.641	-3.848	-3.654	-228.595	-0.921
630	5.044	1.882	-4.080	-3.934	-207.088	-0.919

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 43

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
631	4.700	1.400	-3.862	-1.803	-282.672	-0.701
632	4.700	1.050	-4.072	-2.170	-307.149	-0.680
633	4.700	0.700	-4.290	-2.527	-328.950	-0.662
634	4.700	0.350	-4.415	-2.856	-345.461	-0.644
635	5.508	1.400	-3.748	-3.389	-250.410	-0.919
636	5.239	1.400	-3.850	-3.169	-259.795	-0.879
637	4.969	1.400	-3.899	-2.774	-269.946	-0.818
638	5.239	1.050	-3.974	-3.008	-295.792	-0.808
639	4.969	1.050	-4.074	-2.705	-306.717	-0.756
640	4.969	0.700	-4.218	-2.705	-329.250	-0.706
641	4.876	-2.933	-0.638	-0.375	-66.790	-0.093
642	4.966	-2.367	-1.254	-0.751	-125.569	-0.189
643	5.056	-1.800	-1.840	-1.142	-176.850	-0.288
644	5.596	-2.026	-1.512	-1.016	-148.839	-0.257
645	5.506	-2.592	-0.963	-0.621	-98.133	-0.155

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 44

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
646	6.137	-2.251	-1.210	-0.886	-121.023	-0.225
647	4.786	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
648	6.677	-2.477	-0.929	-0.750	-93.691	-0.189
649	6.047	-2.818	-0.690	-0.480	-71.288	-0.120
650	5.416	-3.159	-0.374	-0.233	-39.489	-0.057
651	5.304	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
652	5.821	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
653	6.339	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
654	6.452	-3.159	-0.336	-0.244	-35.184	-0.061
655	6.565	-2.818	-0.645	-0.494	-66.322	-0.124
656	5.934	-3.159	-0.357	-0.238	-37.573	-0.059
657	6.857	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
658	6.970	-3.159	-0.310	-0.251	-32.280	-0.063
659	7.083	-2.818	-0.592	-0.509	-60.406	-0.128
660	7.195	-2.477	-0.846	-0.776	-84.667	-0.195

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 45

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
661	7.375	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
662	7.893	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
663	8.411	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
664	7.488	-3.159	-0.281	-0.258	-28.871	-0.064
665	8.006	-3.159	-0.247	-0.265	-25.047	-0.066
666	7.600	-2.818	-0.531	-0.525	-53.597	-0.131
667	5.034	-0.925	-2.708	-1.771	-246.337	-0.442
668	4.923	-0.617	-3.047	-2.044	-270.902	-0.495
669	4.811	-0.308	-3.419	-2.416	-297.042	-0.552
670	5.419	-0.316	-3.165	-2.165	-278.674	-0.562
671	5.530	-0.625	-2.827	-1.986	-255.037	-0.512
672	6.027	-0.324	-2.884	-2.292	-252.714	-0.597
673	4.700	0.000	-3.917	-2.921	-331.151	-0.614
674	4.969	0.350	-4.220	-2.667	-339.372	-0.658
675	5.239	0.700	-4.066	-2.850	-317.633	-0.743

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 46

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
676	5.508	1.050	-3.818	-3.192	-280.909	-0.846
677	5.308	-0.008	-3.573	-2.342	-304.119	-0.612
678	5.915	-0.016	-3.192	-2.496	-270.997	-0.654
679	6.523	-0.024	-2.794	-2.677	-235.542	-0.690
680	5.846	0.692	-3.581	-3.083	-278.510	-0.804
681	5.577	0.342	-3.682	-2.679	-300.767	-0.703
682	6.184	0.334	-3.206	-2.894	-260.662	-0.750
683	5.146	-1.234	-2.383	-1.552	-221.183	-0.390
684	5.642	-0.933	-2.511	-1.790	-231.361	-0.459
685	6.138	-0.633	-2.580	-2.071	-232.083	-0.539
686	6.634	-0.332	-2.547	-2.422	-221.194	-0.626
687	6.767	-1.910	-1.370	-1.184	-133.717	-0.301
688	6.227	-1.685	-1.687	-1.304	-163.165	-0.333
689	5.686	-1.459	-2.021	-1.421	-192.563	-0.362
690	6.182	-1.159	-2.137	-1.686	-199.890	-0.435

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 47

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
691	6.723	-1.384	-1.783	-1.587	-168.339	-0.407
692	6.678	-0.858	-2.179	-1.998	-198.056	-0.515
693	3.200	1.653	-5.273	-3.191	-291.061	-0.623
694	2.900	1.906	-5.542	-3.738	-280.208	-0.643
695	2.600	2.159	-5.811	-4.184	-266.729	-0.654
696	2.881	2.395	-5.869	-4.624	-253.626	-0.722
697	3.181	2.141	-5.575	-4.148	-265.694	-0.709
698	3.161	2.630	-5.886	-5.071	-237.559	-0.791
699	3.500	1.400	-5.015	-2.587	-298.224	-0.595
700	4.512	2.124	-4.730	-4.176	-230.229	-0.854
701	4.174	1.882	-4.887	-3.547	-262.683	-0.750
702	3.837	1.641	-4.982	-3.028	-284.122	-0.667
703	3.481	1.888	-5.286	-3.610	-276.364	-0.688
704	3.461	2.377	-5.567	-4.595	-247.650	-0.777
705	3.442	2.865	-5.868	-5.536	-218.705	-0.862

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 48

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
706	3.818	2.130	-5.226	-4.089	-255.255	-0.765
707	4.155	2.371	-5.115	-4.639	-228.340	-0.852
708	3.798	2.618	-5.491	-5.099	-224.691	-0.858
709	2.300	2.413	-6.122	-4.548	-255.458	-0.657
710	3.142	3.118	-6.230	-5.965	-211.582	-0.870
711	2.861	2.883	-6.227	-5.509	-228.481	-0.800
712	2.581	2.648	-6.193	-5.048	-243.078	-0.730
713	2.300	3.172	-6.828	-5.978	-226.926	-0.786
714	2.300	2.919	-6.587	-5.501	-236.025	-0.743
715	2.300	2.666	-6.353	-5.021	-245.544	-0.699
716	2.581	3.154	-6.615	-5.974	-221.282	-0.813
717	2.581	2.901	-6.401	-5.510	-231.835	-0.772
718	2.861	3.136	-6.422	-5.966	-216.496	-0.841
719	2.300	3.425	-7.074	-6.441	-218.219	-0.829
720	3.142	3.371	-6.415	-6.418	-199.001	-0.910

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 49

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
721	2.861	3.389	-6.624	-6.419	-205.318	-0.881
722	2.581	3.407	-6.834	-6.432	-211.336	-0.854
723	2.300	4.184	-7.840	-7.730	-194.187	-0.944
724	2.300	3.931	-7.580	-7.321	-201.395	-0.909
725	2.300	3.678	-7.325	-6.890	-209.908	-0.870
726	2.581	3.913	-7.281	-7.314	-192.463	-0.931
727	2.581	3.660	-7.056	-6.880	-201.949	-0.893
728	2.861	3.642	-6.830	-6.862	-194.582	-0.921
729	4.492	2.612	-4.967	-5.273	-195.092	-0.956
730	4.135	2.859	-5.379	-5.658	-197.730	-0.948
731	3.779	3.106	-5.786	-6.049	-195.162	-0.944
732	4.194	3.263	-5.563	-6.471	-170.085	-1.031
733	4.551	3.016	-5.136	-6.132	-169.540	-1.042
734	4.610	3.420	-5.321	-6.935	-148.272	-1.116
735	5.545	1.641	-3.747	-3.887	-224.587	-0.962

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 50

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
736	5.313	1.882	-3.928	-4.181	-205.161	-0.964
737	5.081	2.124	-4.204	-4.519	-190.995	-0.966
738	5.521	2.196	-3.955	-4.980	-181.356	-1.041
739	5.753	1.955	-3.722	-4.659	-194.869	-1.035
740	5.961	2.269	-3.715	-5.408	-171.365	-1.104
741	4.849	2.365	-4.534	-4.931	-185.336	-0.977
742	6.169	2.582	-3.704	-6.136	-151.189	-1.171
743	5.729	2.510	-3.969	-5.742	-161.630	-1.114
744	5.289	2.437	-4.238	-5.322	-172.004	-1.047
745	4.908	2.769	-4.715	-5.805	-168.285	-1.054
746	4.967	3.173	-4.893	-6.629	-149.906	-1.123
747	5.026	3.577	-5.068	-7.418	-129.561	-1.192
748	5.407	3.245	-4.579	-6.991	-135.427	-1.187
749	5.348	2.841	-4.414	-6.176	-154.286	-1.118
750	5.788	2.914	-4.120	-6.565	-141.978	-1.181

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 51

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
751	6.792	0.326	-2.777	-3.055	-223.443	-0.784
752	6.454	0.684	-3.126	-3.281	-240.832	-0.847
753	6.116	1.042	-3.417	-3.472	-248.491	-0.905
754	6.794	1.042	-2.930	-3.717	-212.627	-0.950
755	6.455	1.042	-3.173	-3.599	-230.409	-0.929
756	6.793	0.684	-2.879	-3.389	-220.827	-0.867
757	5.777	1.400	-3.626	-3.568	-241.269	-0.951
758	5.985	1.714	-3.532	-4.324	-208.987	-1.023
759	6.193	2.027	-3.491	-5.062	-182.256	-1.091
760	6.401	2.341	-3.461	-5.787	-159.602	-1.157
761	6.796	1.400	-2.934	-4.022	-200.182	-1.032
762	6.456	1.400	-3.170	-3.891	-215.021	-1.010
763	6.117	1.400	-3.401	-3.742	-228.570	-0.983
764	6.325	1.714	-3.328	-4.495	-199.833	-1.053
765	6.664	1.714	-3.108	-4.643	-189.031	-1.079

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 52

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
766	6.533	2.027	-3.278	-5.228	-174.372	-1.119
767	7.263	-1.610	-1.447	-1.475	-137.430	-0.373
768	7.219	-1.084	-1.800	-1.910	-164.904	-0.485
769	7.175	-0.558	-2.127	-2.361	-186.701	-0.600
770	9.110	-1.067	-0.939	-2.155	-82.696	-0.527
771	8.142	-0.812	-1.507	-2.298	-132.645	-0.570
772	8.186	-1.338	-1.256	-1.818	-114.894	-0.451
773	7.308	-2.136	-1.073	-1.053	-105.233	-0.265
774	8.523	-3.159	-0.210	-0.270	-20.938	-0.067
775	8.118	-2.818	-0.463	-0.540	-46.098	-0.134
776	7.713	-2.477	-0.752	-0.802	-74.481	-0.201
777	10.077	-1.321	-0.428	-1.952	-37.665	-0.475
778	9.154	-1.593	-0.761	-1.658	-69.345	-0.406
779	8.231	-1.864	-0.982	-1.352	-92.845	-0.336
780	8.636	-2.205	-0.695	-1.077	-66.248	-0.266

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 53

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
781	9.041	-2.546	-0.445	-0.793	-42.642	-0.196
782	9.559	-1.934	-0.511	-1.357	-46.957	-0.332
783	8.929	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
784	9.446	-2.888	-0.239	-0.506	-22.871	-0.125
785	9.964	-2.275	-0.302	-1.053	-27.851	-0.258
786	10.482	-1.663	-0.213	-1.631	-18.903	-0.398
787	9.446	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
788	9.964	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
789	10.482	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
790	11.000	-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000
791	11.000	-2.888	0.000	-0.511	0.000	-0.127
792	11.000	-2.275	0.000	-1.059	0.000	-0.260
793	11.000	-1.663	0.000	-1.634	0.000	-0.398
794	9.964	-2.888	-0.163	-0.510	-15.254	-0.126
795	10.482	-2.888	-0.083	-0.511	-7.627	-0.127

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 54

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
796	10.482	-2.275	-0.153	-1.058	-13.925	-0.259
797	3.142	3.624	-6.609	-6.861	-187.451	-0.950
798	2.861	3.895	-7.038	-7.295	-183.339	-0.960
799	2.581	4.166	-7.508	-7.734	-181.574	-0.969
800	3.241	4.674	-7.340	-8.588	-139.248	-1.114
801	2.911	4.420	-7.431	-8.151	-159.624	-1.040
802	3.191	4.149	-6.977	-7.750	-161.007	-1.032
803	3.422	3.353	-6.205	-6.432	-192.001	-0.942
804	3.472	3.878	-6.543	-7.360	-164.750	-1.029
805	3.521	4.403	-6.882	-8.238	-136.228	-1.113
806	3.571	4.928	-7.206	-9.080	-108.771	-1.208
807	4.669	3.824	-5.509	-7.700	-127.027	-1.185
808	4.253	3.667	-5.764	-7.242	-148.023	-1.106
809	3.838	3.510	-5.999	-6.815	-170.795	-1.022
810	3.887	4.035	-6.309	-7.753	-141.577	-1.112

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 55

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
811	4.303	4.192	-6.047	-8.184	-117.816	-1.195
812	3.937	4.560	-6.609	-8.646	-108.733	-1.202
813	2.300	4.438	-8.103	-8.114	-188.872	-0.978
814	2.300	5.197	-8.920	-9.189	-171.769	-1.100
815	2.300	4.944	-8.645	-8.852	-177.689	-1.065
816	2.300	4.691	-8.372	-8.494	-183.025	-1.025
817	2.630	4.691	-7.927	-8.552	-160.603	-1.052
818	2.960	4.945	-7.817	-8.946	-143.125	-1.117
819	3.290	5.199	-7.684	-9.385	-114.925	-1.205
820	2.630	5.198	-8.392	-9.282	-159.188	-1.124
821	2.630	4.944	-8.157	-8.927	-160.655	-1.089
822	2.960	5.198	-8.026	-9.311	-139.306	-1.155
823	2.300	5.450	-9.198	-9.507	-166.219	-1.130
824	3.290	5.452	-7.869	-9.751	-105.842	-1.248
825	2.960	5.451	-8.237	-9.666	-134.777	-1.195

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 56

Node	X [m]	Y [m]	U <sub>x</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	U <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	ΔU <sub>x</sub> [10 <sup>-6</sup> m]	ΔU <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]
826	2.630	5.451	-8.628	-9.621	-154.683	-1.157
827	2.300	6.209	-10.048	-10.303	-149.557	-1.217
828	2.300	5.956	-9.762	-10.067	-155.128	-1.188
829	2.300	5.703	-9.479	-9.801	-160.613	-1.160
830	2.630	5.957	-9.095	-10.240	-139.941	-1.221
831	2.630	5.704	-8.863	-9.940	-148.309	-1.189
832	2.960	5.705	-8.442	-10.008	-126.477	-1.235
833	3.290	5.705	-8.049	-10.114	-96.303	-1.292
834	2.960	5.958	-8.638	-10.342	-115.227	-1.275
835	2.630	6.210	-9.321	-10.525	-129.803	-1.254
836	3.149	6.774	-8.922	-11.419	-62.439	-1.416
837	2.890	6.492	-9.117	-10.981	-91.180	-1.345
838	3.220	6.240	-8.501	-10.808	-79.798	-1.362
839	2.300	6.463	-10.336	-10.501	-144.433	-1.249
840	2.300	7.222	-11.214	-10.921	-128.494	-1.362

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 57

Node	X [m]	Y [m]	U <sub>x</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	U <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	ΔU <sub>x</sub> [10 <sup>-6</sup> m]	ΔU <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]
841	2.300	6.969	-10.919	-10.821	-134.160	-1.320
842	2.300	6.716	-10.627	-10.672	-138.811	-1.280
843	2.559	6.745	-9.907	-11.016	-110.980	-1.324
844	2.819	7.027	-9.568	-11.508	-71.705	-1.408
845	3.078	7.309	-9.289	-11.930	-50.608	-1.459
846	2.559	7.251	-10.301	-11.416	-94.263	-1.405
847	2.559	6.998	-10.116	-11.232	-99.454	-1.364
848	2.819	7.280	-9.722	-11.729	-66.663	-1.440
849	2.300	7.475	-11.511	-10.948	-122.442	-1.404
850	3.078	7.562	-9.392	-12.145	-54.165	-1.483
851	2.819	7.533	-9.843	-11.913	-66.939	-1.470
852	2.559	7.504	-10.455	-11.557	-88.517	-1.442
853	2.300	8.234	-12.421	-10.307	-108.335	-1.434
854	2.300	7.981	-12.117	-10.647	-112.479	-1.442
855	2.300	7.728	-11.813	-10.862	-117.804	-1.438

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 58

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
856	2.559	8.010	-10.682	-11.640	-60.931	-1.482
857	2.559	7.757	-10.578	-11.633	-78.360	-1.470
858	2.819	7.786	-9.915	-12.046	-62.243	-1.490
859	3.078	7.815	-9.448	-12.320	-54.533	-1.502
860	2.819	8.039	-9.950	-12.145	-48.976	-1.501
861	2.559	8.263	-10.774	-11.584	-42.946	-1.488
862	3.058	8.855	-9.200	-12.831	19.409	-1.543
863	2.809	8.559	-9.950	-12.239	-7.712	-1.517
864	3.068	8.335	-9.446	-12.611	-21.864	-1.529
865	2.300	8.488	-12.701	-9.811	-103.413	-1.422
866	2.300	9.500	-10.362	-3.349	140.866	-0.504
867	2.300	9.247	-13.070	-3.948	-93.906	-0.667
868	2.300	8.994	-13.059	-7.050	-93.359	-1.140
869	2.300	8.741	-12.909	-8.830	-100.174	-1.352
870	3.048	9.629	-7.255	-12.449	132.732	-1.496

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 59

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
871	2.799	9.586	-7.451	-10.193	248.495	-1.215
872	2.549	9.543	-8.392	-6.935	228.601	-0.844
873	2.549	8.784	-10.822	-11.153	-2.691	-1.488
874	2.799	9.080	-9.572	-12.131	38.192	-1.524
875	3.048	9.376	-8.422	-12.942	62.433	-1.550
876	2.799	9.333	-9.190	-11.360	71.913	-1.465
877	2.549	9.290	-10.542	-8.497	26.638	-1.164
878	2.549	9.037	-10.756	-10.419	15.875	-1.442
879	6.228	2.986	-3.829	-6.939	-130.986	-1.235
880	5.847	3.318	-4.268	-7.360	-123.310	-1.245
881	5.466	3.649	-4.740	-7.772	-116.356	-1.252
882	6.248	3.476	-4.023	-7.860	-109.876	-1.305
883	6.267	3.966	-4.214	-8.748	-90.687	-1.371
884	5.866	3.808	-4.483	-8.263	-102.681	-1.314
885	7.131	0.326	-2.545	-3.159	-203.734	-0.801

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 60

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
886	7.133	0.684	-2.639	-3.493	-201.702	-0.884
887	7.134	1.042	-2.688	-3.827	-195.132	-0.968
888	7.989	1.042	-2.093	-4.058	-152.165	-1.004
889	7.561	1.042	-2.388	-3.953	-173.511	-0.988
890	7.560	0.684	-2.343	-3.613	-178.454	-0.903
891	7.130	-0.031	-2.412	-2.830	-201.202	-0.718
892	10.033	-0.795	-0.522	-2.464	-44.394	-0.598
893	9.065	-0.541	-1.099	-2.663	-93.036	-0.650
894	8.098	-0.286	-1.729	-2.791	-145.461	-0.691
895	7.559	0.326	-2.261	-3.271	-179.907	-0.819
896	7.988	0.684	-2.050	-3.712	-155.732	-0.919
897	8.416	1.042	-1.800	-4.141	-130.731	-1.017
898	8.955	0.430	-1.360	-3.615	-105.069	-0.881
899	8.526	0.072	-1.569	-3.206	-126.660	-0.786
900	9.494	-0.183	-0.919	-3.048	-74.883	-0.740

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 61

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
901	7.135	1.400	-2.693	-4.142	-184.709	-1.051
902	7.004	1.714	-2.878	-4.775	-176.810	-1.101
903	6.872	2.027	-3.054	-5.373	-165.270	-1.144
904	6.741	2.341	-3.235	-5.946	-152.281	-1.184
905	8.418	1.400	-1.823	-4.479	-126.567	-1.103
906	7.990	1.400	-2.111	-4.390	-146.441	-1.089
907	7.562	1.400	-2.398	-4.277	-165.665	-1.071
908	7.431	1.714	-2.585	-4.918	-160.984	-1.123
909	7.859	1.714	-2.292	-5.041	-143.848	-1.142
910	7.300	2.027	-2.762	-5.530	-152.239	-1.170
911	11.000	-1.050	0.000	-2.227	0.000	-0.541
912	10.461	-0.438	-0.315	-2.826	-25.904	-0.685
913	9.923	0.175	-0.695	-3.424	-54.402	-0.830
914	9.384	0.787	-1.117	-4.008	-82.433	-0.974
915	11.000	-0.438	0.000	-2.829	0.000	-0.686

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 62

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
916	11.000	0.175	0.000	-3.432	0.000	-0.834
917	11.000	0.787	0.000	-4.033	0.000	-0.982
918	10.461	0.787	-0.378	-4.036	-27.251	-0.982
919	9.923	0.787	-0.750	-4.032	-54.727	-0.979
920	10.461	0.175	-0.347	-3.432	-27.052	-0.833
921	4.719	4.349	-5.768	-8.633	-99.728	-1.267
922	4.353	4.717	-6.319	-9.073	-89.988	-1.276
923	3.987	5.085	-6.893	-9.493	-83.237	-1.288
924	4.412	5.083	-6.475	-9.672	-75.345	-1.330
925	4.778	4.715	-5.918	-9.263	-82.997	-1.321
926	4.838	5.081	-6.057	-9.870	-69.013	-1.372
927	5.085	3.981	-5.239	-8.174	-109.491	-1.257
928	5.144	4.347	-5.382	-8.834	-92.446	-1.312
929	5.204	4.713	-5.516	-9.469	-77.172	-1.364
930	5.263	5.079	-5.638	-10.082	-63.967	-1.413

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 63

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
931	5.485	4.139	-4.972	-8.650	-95.488	-1.320
932	5.886	4.298	-4.692	-9.127	-83.683	-1.379
933	6.286	4.456	-4.398	-9.600	-73.429	-1.432
934	5.604	4.871	-5.212	-9.930	-67.099	-1.421
935	5.545	4.505	-5.097	-9.302	-80.481	-1.372
936	5.945	4.664	-4.798	-9.771	-70.331	-1.428
937	6.629	3.145	-3.594	-7.435	-117.223	-1.292
938	6.648	3.635	-3.764	-8.344	-97.506	-1.360
939	6.667	4.125	-3.931	-9.222	-79.868	-1.423
940	6.948	3.337	-3.416	-7.938	-104.008	-1.342
941	7.267	3.529	-3.224	-8.428	-91.493	-1.390
942	6.967	3.827	-3.568	-8.837	-85.890	-1.408
943	6.609	2.655	-3.429	-6.497	-139.433	-1.220
944	8.286	1.714	-1.997	-5.143	-125.371	-1.159
945	7.727	2.027	-2.484	-5.666	-137.111	-1.192

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 64

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
946	7.168	2.341	-2.940	-6.118	-141.562	-1.212
947	7.567	3.231	-2.896	-7.991	-96.384	-1.367
948	7.248	3.039	-3.089	-7.506	-110.015	-1.321
949	6.929	2.847	-3.266	-7.009	-124.391	-1.272
950	7.488	2.533	-2.766	-6.614	-124.642	-1.260
951	8.047	2.219	-2.284	-6.150	-119.746	-1.237
952	7.807	2.725	-2.579	-7.098	-108.867	-1.306
953	3.550	5.987	-7.931	-10.604	-71.451	-1.364
954	3.479	6.522	-8.348	-11.255	-62.118	-1.415
955	3.408	7.056	-8.717	-11.830	-49.897	-1.456
956	4.189	6.711	-7.550	-11.818	-37.164	-1.492
957	3.798	6.884	-8.118	-11.834	-43.204	-1.477
958	3.869	6.349	-7.769	-11.210	-54.183	-1.429
959	3.621	5.453	-7.503	-9.890	-80.441	-1.300
960	4.897	5.447	-6.182	-10.453	-56.936	-1.420

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 65

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
961	4.472	5.449	-6.619	-10.248	-62.761	-1.381
962	4.046	5.451	-7.057	-10.061	-70.147	-1.340
963	3.940	5.815	-7.384	-10.530	-62.505	-1.374
964	4.259	6.177	-7.224	-11.165	-46.882	-1.444
965	4.579	6.539	-7.010	-11.799	-34.271	-1.504
966	4.365	5.813	-6.923	-10.719	-53.552	-1.413
967	4.791	5.811	-6.465	-10.926	-48.130	-1.450
968	4.685	6.175	-6.743	-11.375	-40.573	-1.477
969	3.327	8.111	-9.027	-12.760	-28.906	-1.541
970	3.317	8.631	-8.852	-13.114	5.479	-1.558
971	3.307	9.152	-8.346	-13.415	44.640	-1.566
972	3.982	8.656	-7.755	-13.754	14.328	-1.599
973	3.644	8.904	-8.071	-13.671	27.248	-1.585
974	3.654	8.384	-8.427	-13.258	-6.025	-1.572
975	3.337	7.591	-9.003	-12.327	-39.224	-1.495

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 66

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
976	4.508	7.073	-7.264	-12.426	-25.338	-1.543
977	4.118	7.246	-7.815	-12.418	-26.008	-1.532
978	3.728	7.418	-8.392	-12.394	-28.716	-1.518
979	3.665	7.863	-8.532	-12.801	-21.528	-1.546
980	3.992	8.136	-8.002	-13.277	-9.477	-1.578
981	4.319	8.409	-7.409	-13.764	6.304	-1.610
982	4.382	7.963	-7.474	-13.355	-7.906	-1.592
983	4.055	7.691	-7.965	-12.869	-18.066	-1.557
984	4.445	7.518	-7.415	-12.908	-17.095	-1.570
985	3.297	9.672	-7.365	-13.594	82.620	-1.565
986	4.309	8.929	-7.054	-14.224	33.149	-1.627
987	3.971	9.177	-7.283	-14.164	46.672	-1.611
988	3.634	9.424	-7.427	-14.001	63.210	-1.591
989	4.156	9.820	-6.213	-14.686	89.288	-1.627
990	3.870	9.771	-6.588	-14.421	86.706	-1.608

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 67

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
991	3.583	9.721	-6.966	-14.075	84.610	-1.587
992	4.207	9.523	-6.542	-14.572	69.461	-1.630
993	3.921	9.474	-6.970	-14.317	66.335	-1.610
994	4.258	9.226	-6.830	-14.415	50.542	-1.630
995	6.346	4.822	-4.484	-10.236	-61.474	-1.479
996	6.004	5.030	-4.892	-10.393	-58.463	-1.474
997	5.663	5.237	-5.312	-10.538	-55.409	-1.467
998	6.163	5.652	-4.953	-11.437	-41.065	-1.550
999	5.913	5.445	-5.140	-10.989	-47.837	-1.509
1000	6.254	5.237	-4.722	-10.851	-50.716	-1.516
1001	5.322	5.445	-5.745	-10.672	-52.571	-1.458
1002	5.216	5.809	-6.009	-11.149	-44.057	-1.486
1003	5.110	6.173	-6.264	-11.602	-36.527	-1.512
1004	5.004	6.537	-6.508	-12.030	-29.968	-1.536
1005	6.072	6.067	-5.170	-11.992	-32.421	-1.580

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 68

Node	X [m]	Y [m]	U <sub>x</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	U <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	ΔU <sub>x</sub> [10 <sup>-6</sup> m]	ΔU <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]
1006	5.822	5.859	-5.379	-11.556	-38.424	-1.542
1007	5.572	5.652	-5.570	-11.115	-45.085	-1.501
1008	5.716	6.223	-5.604	-12.013	-31.192	-1.566
1009	5.360	6.380	-6.049	-12.025	-30.296	-1.551
1010	5.466	6.016	-5.815	-11.582	-37.258	-1.527
1011	8.606	1.906	-1.817	-5.619	-109.320	-1.203
1012	8.366	2.412	-2.090	-6.623	-103.176	-1.280
1013	8.126	2.917	-2.379	-7.571	-94.016	-1.349
1014	8.740	3.032	-1.911	-7.953	-74.145	-1.390
1015	8.433	2.975	-2.148	-7.767	-84.169	-1.370
1016	8.673	2.469	-1.870	-6.809	-91.667	-1.300
1017	7.587	3.721	-3.015	-8.905	-79.652	-1.434
1018	7.287	4.019	-3.357	-9.317	-75.018	-1.454
1019	6.987	4.317	-3.715	-9.703	-69.814	-1.470
1020	7.360	4.361	-3.393	-9.945	-63.946	-1.500

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 69

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1021	7.660	4.063	-3.044	-9.548	-68.206	-1.482
1022	7.733	4.406	-3.066	-10.175	-57.914	-1.527
1023	7.887	3.423	-2.688	-8.464	-83.423	-1.410
1024	7.960	3.765	-2.709	-9.121	-71.691	-1.460
1025	8.033	4.108	-2.725	-9.764	-61.112	-1.507
1026	8.107	4.450	-2.733	-10.391	-51.649	-1.552
1027	8.807	3.596	-1.947	-9.054	-58.317	-1.473
1028	8.500	3.538	-2.200	-8.867	-66.834	-1.453
1029	8.193	3.481	-2.448	-8.670	-75.210	-1.433
1030	8.340	4.165	-2.462	-9.968	-54.560	-1.528
1031	8.267	3.823	-2.457	-9.327	-64.323	-1.482
1032	8.573	3.880	-2.200	-9.523	-56.823	-1.502
1033	11.000	1.400	0.000	-4.611	0.000	-1.132
1034	10.461	1.400	-0.416	-4.621	-26.999	-1.131
1035	9.923	1.400	-0.803	-4.623	-54.114	-1.129

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 70

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1036	9.384	1.400	-1.174	-4.601	-80.948	-1.124
1037	11.000	1.880	0.000	-5.732	0.000	-1.226
1038	11.000	2.360	0.000	-6.799	0.000	-1.317
1039	11.000	2.840	0.000	-7.817	0.000	-1.402
1040	10.461	1.880	-0.429	-5.727	-26.936	-1.226
1041	10.461	2.360	-0.448	-6.790	-26.905	-1.316
1042	9.923	1.880	-0.848	-5.713	-53.670	-1.223
1043	8.845	1.400	-1.532	-4.548	-106.966	-1.114
1044	10.461	2.840	-0.462	-7.803	-23.302	-1.400
1045	9.923	2.360	-0.887	-6.760	-51.251	-1.312
1046	9.384	1.880	-1.251	-5.673	-78.329	-1.217
1047	8.912	1.963	-1.609	-5.796	-96.366	-1.222
1048	8.979	2.527	-1.644	-6.985	-80.268	-1.318
1049	9.046	3.090	-1.668	-8.131	-63.991	-1.408
1050	9.518	3.007	-1.266	-8.047	-51.706	-1.408

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 71

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1051	9.451	2.443	-1.267	-6.887	-67.022	-1.317
1052	9.990	2.923	-0.864	-7.937	-38.215	-1.405
1053	6.595	5.030	-4.317	-10.698	-53.495	-1.521
1054	6.504	5.444	-4.539	-11.303	-43.747	-1.556
1055	6.413	5.859	-4.750	-11.878	-34.942	-1.588
1056	6.953	5.589	-4.120	-11.753	-37.519	-1.602
1057	6.683	5.724	-4.432	-11.820	-36.289	-1.596
1058	6.774	5.309	-4.227	-11.231	-45.066	-1.563
1059	6.687	4.615	-4.089	-10.065	-64.255	-1.482
1060	7.807	4.748	-3.079	-10.787	-48.719	-1.570
1061	7.433	4.703	-3.420	-10.558	-54.007	-1.543
1062	7.060	4.659	-3.757	-10.317	-59.151	-1.514
1063	6.865	4.895	-4.013	-10.613	-54.727	-1.526
1064	7.044	5.174	-3.922	-11.150	-46.196	-1.568
1065	7.223	5.454	-3.814	-11.675	-38.554	-1.608

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 72

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1066	7.239	4.939	-3.668	-10.861	-50.155	-1.556
1067	7.612	4.983	-3.319	-11.098	-45.502	-1.584
1068	7.417	5.219	-3.565	-11.394	-42.095	-1.597
1069	7.985	5.028	-2.967	-11.321	-40.704	-1.609
1070	7.790	5.263	-3.205	-11.626	-37.899	-1.623
1071	7.596	5.499	-3.446	-11.915	-34.878	-1.635
1072	8.063	5.631	-2.995	-12.315	-28.846	-1.673
1073	7.829	5.565	-3.222	-12.118	-31.834	-1.655
1074	8.024	5.329	-2.985	-11.825	-34.501	-1.642
1075	4.835	7.346	-6.882	-12.940	-16.405	-1.585
1076	4.772	7.791	-6.956	-13.412	-7.152	-1.608
1077	4.709	8.236	-6.928	-13.847	5.362	-1.628
1078	5.456	7.876	-6.034	-13.926	1.386	-1.662
1079	5.083	8.056	-6.478	-13.893	3.445	-1.644
1080	5.146	7.611	-6.475	-13.439	-7.677	-1.624

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 73

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1081	4.898	6.900	-6.733	-12.436	-24.098	-1.557
1082	5.966	6.431	-5.374	-12.441	-25.631	-1.603
1083	5.610	6.587	-5.813	-12.447	-24.601	-1.587
1084	5.254	6.744	-6.266	-12.444	-24.028	-1.572
1085	5.209	7.166	-6.389	-12.948	-16.432	-1.600
1086	5.519	7.431	-6.007	-13.455	-8.690	-1.641
1087	5.830	7.696	-5.597	-13.949	-0.849	-1.680
1088	5.875	7.275	-5.573	-13.479	-9.786	-1.657
1089	5.565	7.009	-5.935	-12.966	-16.849	-1.616
1090	5.921	6.853	-5.494	-12.975	-17.780	-1.632
1091	4.443	9.869	-5.833	-14.914	92.215	-1.647
1092	4.595	8.978	-6.620	-14.455	37.475	-1.647
1093	4.544	9.275	-6.403	-14.645	54.161	-1.649
1094	4.493	9.572	-6.135	-14.797	72.522	-1.649
1095	5.429	10.040	-4.567	-15.608	100.386	-1.716

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 74

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1096	5.100	9.983	-4.978	-15.385	98.314	-1.693
1097	4.771	9.926	-5.401	-15.156	95.497	-1.669
1098	5.151	9.686	-5.249	-15.272	78.590	-1.696
1099	4.822	9.629	-5.685	-15.040	75.787	-1.672
1100	4.873	9.332	-5.935	-14.890	57.865	-1.673
1101	4.646	8.681	-6.779	-14.234	22.813	-1.641
1102	5.767	8.142	-5.570	-14.395	10.509	-1.698
1103	5.393	8.321	-5.976	-14.355	14.176	-1.679
1104	5.020	8.501	-6.380	-14.302	18.130	-1.660
1105	4.924	9.035	-6.140	-14.706	41.822	-1.670
1106	5.202	9.389	-5.486	-15.127	60.978	-1.696
1107	5.480	9.743	-4.829	-15.498	80.738	-1.720
1108	5.576	9.209	-5.205	-15.224	51.110	-1.720
1109	5.298	8.855	-5.803	-14.786	34.423	-1.692
1110	5.671	8.675	-5.453	-14.852	28.007	-1.713

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 75

Node	X [m]	Y [m]	U <sub>x</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	U <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	ΔU <sub>x</sub> [10 <sup>-6</sup> m]	ΔU <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]
1111	7.131	5.869	-3.997	-12.263	-30.721	-1.640
1112	6.861	6.004	-4.308	-12.326	-29.553	-1.634
1113	6.592	6.139	-4.624	-12.379	-28.259	-1.626
1114	7.172	6.497	-4.047	-13.184	-19.016	-1.695
1115	6.882	6.318	-4.341	-12.786	-23.476	-1.661
1116	7.152	6.183	-4.030	-12.732	-24.707	-1.668
1117	6.322	6.274	-4.945	-12.424	-26.918	-1.617
1118	6.277	6.696	-5.065	-12.974	-19.041	-1.647
1119	6.231	7.118	-5.148	-13.493	-11.213	-1.674
1120	6.186	7.540	-5.185	-13.978	-2.780	-1.697
1121	6.612	6.453	-4.656	-12.831	-22.143	-1.653
1122	6.902	6.632	-4.357	-13.230	-17.673	-1.687
1123	7.192	6.811	-4.048	-13.619	-13.486	-1.719
1124	6.521	7.297	-4.808	-13.878	-6.618	-1.706
1125	6.567	6.875	-4.751	-13.371	-14.496	-1.681

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 76

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1126	6.857	7.054	-4.429	-13.759	-10.199	-1.714
1127	7.401	5.734	-3.690	-12.189	-31.691	-1.645
1128	7.421	6.048	-3.723	-12.666	-25.769	-1.674
1129	7.442	6.362	-3.742	-13.127	-20.205	-1.701
1130	7.462	6.676	-3.746	-13.571	-14.862	-1.727
1131	8.102	5.932	-2.996	-12.791	-23.653	-1.703
1132	7.868	5.866	-3.229	-12.595	-26.271	-1.685
1133	7.635	5.800	-3.461	-12.395	-28.951	-1.665
1134	7.675	6.428	-3.498	-13.329	-18.079	-1.721
1135	7.655	6.114	-3.486	-12.870	-23.358	-1.694
1136	7.888	6.180	-3.247	-13.069	-21.015	-1.713
1137	10.528	3.403	-0.418	-8.937	-14.238	-1.485
1138	10.057	3.487	-0.840	-9.062	-27.387	-1.490
1139	9.585	3.570	-1.264	-9.161	-39.274	-1.492
1140	9.856	4.408	-1.089	-10.757	-22.236	-1.607

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 77

Node	X [m]	Y [m]	U <sub>x</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	U <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	ΔU <sub>x</sub> [10 <sup>-6</sup> m]	ΔU <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]
1141	9.720	3.989	-1.181	-9.972	-29.787	-1.552
1142	10.192	3.906	-0.742	-9.876	-19.509	-1.550
1143	9.113	3.653	-1.688	-9.233	-49.693	-1.491
1144	8.880	3.938	-1.936	-9.710	-49.228	-1.521
1145	8.647	4.223	-2.194	-10.163	-47.920	-1.548
1146	8.413	4.507	-2.459	-10.594	-45.880	-1.573
1147	9.249	4.072	-1.621	-10.040	-38.981	-1.550
1148	9.384	4.492	-1.543	-10.822	-30.065	-1.606
1149	9.520	4.911	-1.454	-11.577	-22.759	-1.657
1150	8.782	4.642	-2.134	-10.938	-37.731	-1.603
1151	9.015	4.357	-1.874	-10.501	-38.754	-1.578
1152	9.151	4.776	-1.799	-11.266	-29.992	-1.631
1153	8.180	4.792	-2.733	-11.002	-43.237	-1.594
1154	9.286	5.196	-1.711	-12.005	-22.740	-1.681
1155	8.917	5.061	-2.061	-11.687	-29.171	-1.654

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 78

Node	X [m]	Y [m]	U <sub>x</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	U <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	ΔU <sub>x</sub> [10 <sup>-6</sup> m]	ΔU <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]
1156	8.549	4.927	-2.402	-11.352	-36.026	-1.625
1157	8.219	5.094	-2.751	-11.517	-36.904	-1.628
1158	8.258	5.395	-2.762	-12.019	-31.157	-1.661
1159	8.296	5.697	-2.766	-12.507	-25.919	-1.691
1160	8.587	5.228	-2.409	-11.863	-30.543	-1.659
1161	8.956	5.363	-2.058	-12.193	-24.535	-1.687
1162	8.626	5.530	-2.409	-12.360	-25.573	-1.690
1163	11.000	3.320	0.000	-8.787	0.000	-1.476
1164	10.664	3.823	-0.307	-9.752	-8.381	-1.544
1165	10.328	4.325	-0.637	-10.661	-13.560	-1.605
1166	9.991	4.828	-0.987	-11.513	-16.237	-1.659
1167	11.000	3.800	0.000	-9.716	0.000	-1.543
1168	11.000	4.280	0.000	-10.608	0.000	-1.604
1169	11.000	4.760	0.000	-11.464	0.000	-1.660
1170	10.664	4.783	-0.328	-11.496	-5.535	-1.662

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 79

Node	X [m]	Y [m]	U <sub>x</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	U <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	ΔU <sub>x</sub> [10 <sup>-6</sup> m]	ΔU <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]
1171	10.328	4.805	-0.658	-11.512	-10.953	-1.661
1172	10.664	4.303	-0.318	-10.642	-6.836	-1.606
1173	9.325	5.497	-1.699	-12.505	-18.941	-1.712
1174	8.995	5.664	-2.049	-12.685	-20.337	-1.717
1175	8.665	5.831	-2.403	-12.843	-21.038	-1.720
1176	8.977	6.405	-2.119	-13.794	-12.048	-1.781
1177	8.821	6.118	-2.266	-13.326	-16.267	-1.751
1178	9.151	5.951	-1.912	-13.171	-15.752	-1.749
1179	8.335	5.998	-2.761	-12.980	-21.103	-1.720
1180	8.122	6.246	-3.008	-13.262	-18.742	-1.730
1181	7.909	6.494	-3.253	-13.525	-16.031	-1.739
1182	7.695	6.742	-3.496	-13.770	-12.982	-1.745
1183	8.491	6.285	-2.622	-13.460	-16.175	-1.751
1184	8.647	6.572	-2.473	-13.924	-11.741	-1.781
1185	8.802	6.859	-2.313	-14.372	-7.736	-1.808

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 80

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1186	8.064	6.781	-3.099	-13.986	-11.161	-1.769
1187	8.278	6.533	-2.862	-13.732	-13.872	-1.761
1188	8.433	6.820	-2.705	-14.187	-9.412	-1.790
1189	6.045	8.495	-5.094	-14.906	22.276	-1.733
1190	5.949	9.029	-4.906	-15.307	42.328	-1.743
1191	5.854	9.563	-4.596	-15.616	68.307	-1.745
1192	6.843	8.927	-3.982	-15.728	35.395	-1.803
1193	6.348	9.245	-4.316	-15.693	50.158	-1.776
1194	6.444	8.711	-4.530	-15.328	29.386	-1.769
1195	6.141	7.962	-5.166	-14.425	6.982	-1.716
1196	7.147	7.233	-4.100	-14.137	-6.164	-1.745
1197	6.811	7.476	-4.462	-14.253	-2.271	-1.737
1198	6.476	7.719	-4.818	-14.349	2.091	-1.728
1199	6.540	8.178	-4.636	-14.877	13.361	-1.755
1200	6.938	8.394	-4.114	-15.309	18.920	-1.791

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018

Step : 355 Page : 81

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1201	7.337	8.610	-3.604	-15.720	23.551	-1.825
1202	7.274	8.151	-3.821	-15.245	12.383	-1.803
1203	6.875	7.935	-4.317	-14.807	7.597	-1.767
1204	7.210	7.692	-3.986	-14.715	2.625	-1.776
1205	7.482	6.990	-3.733	-13.997	-9.586	-1.750
1206	8.589	7.107	-2.537	-14.624	-5.302	-1.816
1207	8.220	7.068	-2.932	-14.429	-6.610	-1.796
1208	7.851	7.029	-3.331	-14.220	-8.034	-1.774
1209	7.546	7.449	-3.644	-14.600	-1.633	-1.783
1210	7.609	7.908	-3.511	-15.156	6.871	-1.812
1211	7.673	8.367	-3.333	-15.661	16.340	-1.836
1212	8.284	7.527	-2.839	-15.026	0.104	-1.828
1213	7.978	7.947	-3.108	-15.372	7.163	-1.835
1214	7.915	7.488	-3.238	-14.820	-0.658	-1.807
1215	5.758	10.096	-4.168	-15.826	101.502	-1.740

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 82

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1216	7.242	9.143	-3.453	-16.108	40.191	-1.835
1217	6.747	9.461	-3.748	-16.059	56.660	-1.808
1218	6.253	9.779	-3.988	-15.964	77.004	-1.776
1219	6.892	10.292	-2.904	-16.547	96.957	-1.820
1220	6.514	10.227	-3.306	-16.312	99.965	-1.794
1221	6.136	10.161	-3.728	-16.071	101.478	-1.767
1222	7.008	9.909	-3.148	-16.452	74.248	-1.829
1223	6.631	9.844	-3.558	-16.211	76.230	-1.803
1224	7.125	9.526	-3.330	-16.305	55.551	-1.834
1225	11.000	5.240	0.000	-12.283	0.000	-1.712
1226	10.664	5.263	-0.338	-12.312	-4.396	-1.714
1227	10.328	5.285	-0.676	-12.326	-8.682	-1.713
1228	9.991	5.308	-1.015	-12.323	-12.831	-1.710
1229	11.000	5.720	0.000	-13.064	0.000	-1.759
1230	11.000	6.200	0.000	-13.805	0.000	-1.802

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018

Step : 355 Page : 83

Node	X [m]	Y [m]	U <sub>x</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	U <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]	ΔU <sub>x</sub> [10 <sup>-6</sup> m]	ΔU <sub>y</sub> [10 <sup>-3</sup> m]
1231	11.000	6.680	0.000	-14.505	0.000	-1.840
1232	10.664	5.743	-0.345	-13.091	-3.373	-1.760
1233	10.664	6.223	-0.350	-13.830	-2.428	-1.803
1234	10.328	5.765	-0.691	-13.101	-6.638	-1.759
1235	9.655	5.330	-1.354	-12.304	-16.802	-1.705
1236	9.481	5.784	-1.561	-12.995	-14.582	-1.744
1237	9.307	6.238	-1.766	-13.643	-11.766	-1.779
1238	9.132	6.692	-1.963	-14.246	-8.318	-1.809
1239	10.664	6.703	-0.353	-14.528	-1.526	-1.841
1240	10.328	6.245	-0.701	-13.837	-4.757	-1.802
1241	9.991	5.788	-1.037	-13.095	-9.776	-1.756
1242	9.817	6.242	-1.233	-13.759	-8.318	-1.792
1243	10.153	6.699	-0.889	-14.474	-3.839	-1.835
1244	9.643	6.696	-1.425	-14.379	-6.116	-1.824
1245	8.653	7.566	-2.444	-15.217	0.674	-1.847

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 84

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1246	8.347	7.986	-2.712	-15.575	7.161	-1.856
1247	8.042	8.406	-2.938	-15.873	15.775	-1.859
1248	8.944	8.280	-2.050	-16.115	9.720	-1.895
1249	8.493	8.343	-2.493	-16.007	12.654	-1.879
1250	8.798	7.923	-2.253	-15.682	5.282	-1.873
1251	8.958	7.146	-2.145	-14.802	-4.109	-1.834
1252	10.490	7.157	-0.535	-15.135	-1.023	-1.871
1253	9.979	7.153	-1.070	-15.064	-2.057	-1.864
1254	9.469	7.150	-1.606	-14.952	-3.088	-1.851
1255	9.104	7.503	-1.975	-15.295	-0.083	-1.861
1256	9.249	7.860	-1.795	-15.760	3.627	-1.886
1257	9.395	8.217	-1.606	-16.194	7.036	-1.908
1258	9.760	7.863	-1.270	-15.897	2.655	-1.901
1259	9.614	7.507	-1.441	-15.439	-0.010	-1.877
1260	10.125	7.510	-0.910	-15.543	0.022	-1.889

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 85

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1261	7.270	10.357	-2.522	-16.776	92.493	-1.845
1262	7.620	9.208	-3.045	-16.350	39.000	-1.860
1263	7.503	9.591	-2.930	-16.543	53.467	-1.859
1264	7.386	9.974	-2.757	-16.685	71.085	-1.854
1265	7.736	8.826	-3.107	-16.109	27.124	-1.856
1266	9.089	8.637	-1.836	-16.514	13.977	-1.915
1267	8.638	8.700	-2.259	-16.404	18.135	-1.899
1268	8.187	8.763	-2.681	-16.267	22.545	-1.879
1269	11.000	7.160	0.000	-15.161	0.000	-1.874
1270	10.635	7.513	-0.379	-15.603	0.020	-1.895
1271	10.270	7.867	-0.747	-15.991	1.603	-1.911
1272	9.905	8.220	-1.094	-16.323	4.900	-1.921
1273	9.540	8.574	-1.411	-16.595	10.120	-1.927
1274	9.006	10.656	-1.034	-17.702	56.122	-1.938
1275	8.572	10.581	-1.364	-17.495	67.275	-1.919

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 86

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1276	8.138	10.506	-1.722	-17.269	77.201	-1.897
1277	7.704	10.432	-2.109	-17.029	85.671	-1.872
1278	8.688	10.199	-1.553	-17.418	52.105	-1.927
1279	8.371	9.741	-2.075	-17.054	45.268	-1.910
1280	8.054	9.283	-2.595	-16.616	36.675	-1.886
1281	8.254	10.124	-1.930	-17.189	59.691	-1.906
1282	7.820	10.049	-2.331	-16.944	66.070	-1.881
1283	7.937	9.666	-2.491	-16.806	49.932	-1.886
1284	9.139	10.136	-1.265	-17.577	40.067	-1.946
1285	9.273	9.615	-1.390	-17.347	27.495	-1.946
1286	9.406	9.094	-1.432	-17.017	17.671	-1.940
1287	8.956	9.157	-1.822	-16.910	23.619	-1.926
1288	8.822	9.678	-1.733	-17.213	36.075	-1.930
1289	8.505	9.220	-2.208	-16.774	29.976	-1.908
1290	11.000	7.640	0.000	-15.770	0.000	-1.903

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 87

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1291	11.000	8.120	0.000	-16.328	0.000	-1.928
1292	11.000	8.600	0.000	-16.831	0.000	-1.949
1293	10.635	8.953	-0.336	-17.148	3.680	-1.959
1294	10.270	8.827	-0.683	-16.991	6.572	-1.951
1295	9.905	8.700	-1.042	-16.805	8.707	-1.941
1296	10.635	7.993	-0.371	-16.174	1.104	-1.921
1297	10.635	8.473	-0.356	-16.690	2.310	-1.942
1298	10.270	8.347	-0.721	-16.520	3.935	-1.933
1299	11.000	9.080	0.000	-17.274	0.000	-1.964
1300	10.501	9.474	-0.416	-17.557	7.317	-1.971
1301	9.771	9.221	-1.079	-17.223	15.061	-1.953
1302	10.136	9.347	-0.740	-17.404	11.614	-1.963
1303	9.638	9.741	-1.056	-17.546	23.398	-1.959
1304	10.003	9.868	-0.742	-17.722	18.354	-1.969
1305	9.504	10.262	-0.952	-17.765	33.961	-1.959

**PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL  
 Output : Soil element displacements

**PLAXIS 8.0**

Date : 29/11/2018  
 Step : 355 Page : 88

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 <sup>-3</sup> m]	Uy [10 <sup>-3</sup> m]	ΔUx [10 <sup>-6</sup> m]	ΔUy [10 <sup>-3</sup> m]
1306	10.003	10.828	-0.395	-18.092	27.052	-1.969
1307	10.501	9.954	-0.361	-17.870	9.603	-1.978
1308	10.501	10.434	-0.282	-18.099	11.701	-1.979
1309	10.003	10.348	-0.600	-17.954	23.114	-1.972
1310	11.000	10.040	0.000	-17.955	0.000	-1.981
1311	11.000	10.520	0.000	-18.178	0.000	-1.981
1312	10.501	10.914	-0.156	-18.227	12.358	-1.976
1313	11.000	9.560	0.000	-17.650	0.000	-1.975
1314	11.000	11.000	0.000	-18.289	0.000	-1.978
1315	9.504	10.742	-0.692	-17.913	42.025	-1.956

**ANEXO N° 13: TABLA DE FACTOR DE SEGURIDAD MURO DE  
CONTENCIÓN**

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950 Date : 29/11/2018  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1 Page : 1

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
0	0	0	1
1	1	0	1
2	2	0	1
3	3	0	1
4	4	0	1
5	5	0	1
6	6	0	1
7	7	0	1
8	7	0.013	1
9	8	0.013	1
10	9	0.013	1
11	9	0.013	1
12	10	0.013	1
13	11	0.013	1
14	12	0.013	1
15	13	0.013	1
16	14	0.013	1
17	15	0.013	1
18	16	0.013	1
19	17	0.013	1
20	18	0.013	1
21	19	0.013	1
22	20	0.013	1
23	21	0.013	1
24	22	0.013	1
25	23	0.013	1
26	24	0.013	1
27	25	0.013	1
28	26	0.013	1
29	27	0.014	1
30	28	0.014	1
31	29	0.014	1
32	30	0.014	1

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950 Date : 29/11/2018  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1 Page : 2

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
33	31	0.014	1
34	32	0.014	1
35	33	0.014	1
36	34	0.014	1
37	35	0.014	1
38	36	0.014	1
39	37	0.014	1
40	38	0.014	1
41	39	0.015	1
42	40	0.015	1.016
43	41	0.015	1.023
44	42	0.015	1.039
45	43	0.015	1.053
46	44	0.015	1.076
47	45	0.015	1.122
48	46	0.015	1.145
49	47	0.015	1.167
50	48	0.016	1.21
51	49	0.016	1.232
52	50	0.016	1.269
53	51	0.016	1.288
54	52	0.016	1.297
55	53	0.016	1.315
56	54	0.017	1.352
57	55	0.017	1.409
58	56	0.018	1.453
59	57	0.018	1.475
60	58	0.018	1.514
61	59	0.019	1.531
62	60	0.019	1.547
63	61	0.02	1.579
64	62	0.02	1.61
65	63	0.021	1.625

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1

Date : 29/11/2018

Page : 3

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
66	64	0.021	1.654
67	65	0.022	1.666
68	66	0.022	1.672
69	67	0.022	1.685
70	68	0.023	1.709
71	69	0.024	1.734
72	70	0.024	1.746
73	71	0.025	1.77
74	72	0.025	1.792
75	73	0.026	1.803
76	74	0.026	1.808
77	75	0.026	1.811
78	76	0.026	1.816
79	77	0.027	1.826
80	78	0.027	1.836
81	79	0.028	1.855
82	80	0.029	1.865
83	81	0.03	1.884
84	82	0.03	1.893
85	83	0.03	1.898
86	84	0.03	1.906
87	85	0.031	1.923
88	86	0.032	1.93
89	87	0.032	1.933
90	88	0.032	1.939
91	89	0.033	1.942
92	90	0.033	1.949
93	91	0.033	1.952
94	92	0.033	1.959
95	93	0.034	1.963
96	94	0.034	1.969
97	95	0.034	1.982
98	96	0.036	2.002

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1

Date : 29/11/2018

Page : 4

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
99	97	0.036	2.011
100	98	0.037	2.015
101	99	0.037	2.023
102	100	0.038	2.027
103	101	0.038	2.03
104	102	0.039	2.038
105	103	0.039	2.045
106	104	0.039	2.049
107	105	0.04	2.052
108	106	0.04	2.056
109	107	0.04	2.064
110	108	0.042	2.079
111	109	0.042	2.084
112	110	0.042	2.087
113	111	0.043	2.093
114	112	0.043	2.098
115	113	0.044	2.1
116	114	0.044	2.102
117	115	0.044	2.106
118	116	0.045	2.111
119	117	0.045	2.116
120	118	0.046	2.118
121	119	0.046	2.123
122	120	0.047	2.128
123	121	0.048	2.137
124	122	0.048	2.142
125	123	0.048	2.144
126	124	0.049	2.149
127	125	0.05	2.159
128	126	0.05	2.162
129	127	0.05	2.164
130	128	0.05	2.164
131	129	0.051	2.166

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950 Date : 29/11/2018  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1 Page : 5

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
132	130	0.051	2.167
133	131	0.051	2.169
134	132	0.051	2.171
135	133	0.052	2.175
136	134	0.053	2.183
137	135	0.053	2.188
138	136	0.053	2.191
139	137	0.054	2.195
140	138	0.054	2.196
141	139	0.054	2.197
142	140	0.054	2.198
143	141	0.054	2.199
144	142	0.055	2.201
145	143	0.055	2.202
146	144	0.055	2.203
147	145	0.055	2.206
148	146	0.056	2.208
149	147	0.056	2.212
150	148	0.057	2.218
151	149	0.058	2.23
152	150	0.059	2.235
153	151	0.059	2.236
154	152	0.059	2.237
155	153	0.06	2.238
156	154	0.06	2.238
157	155	0.06	2.239
158	156	0.06	2.241
159	157	0.061	2.244
160	158	0.061	2.246
161	159	0.061	2.249
162	160	0.062	2.255
163	161	0.062	2.256
164	162	0.063	2.26

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950 Date : 29/11/2018  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1 Page : 6

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
165	163	0.064	2.264
166	164	0.065	2.271
167	165	0.066	2.275
168	166	0.067	2.283
169	167	0.069	2.291
170	168	0.07	2.299
171	169	0.072	2.306
172	170	0.075	2.322
173	171	0.076	2.329
174	172	0.079	2.34
175	173	0.082	2.348
176	174	0.083	2.35
177	175	0.084	2.351
178	176	0.085	2.355
179	177	0.086	2.358
180	178	0.089	2.363
181	179	0.09	2.363
182	180	0.091	2.363
183	181	0.091	2.363
184	182	0.092	2.364
185	183	0.092	2.364
186	184	0.092	2.364
187	185	0.092	2.364
188	186	0.093	2.366
189	187	0.093	2.367
190	188	0.094	2.368
191	189	0.094	2.368
192	190	0.094	2.37
193	191	0.096	2.373
194	192	0.096	2.374
195	193	0.097	2.375
196	194	0.097	2.375
197	195	0.098	2.375

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950	Date : 29/11/2018
User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan	
Project name : MURO FINAL.plx	
Output : Curve 1	Page : 7

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
198	196	0.098	2.375
199	197	0.098	2.375
200	198	0.099	2.375
201	199	0.099	2.375
202	200	0.099	2.375
203	201	0.1	2.375
204	202	0.1	2.376
205	203	0.101	2.376
206	204	0.101	2.377
207	205	0.102	2.377
208	206	0.102	2.377
209	207	0.102	2.378
210	208	0.103	2.378
211	209	0.103	2.379
212	210	0.103	2.379
213	211	0.103	2.379
214	212	0.103	2.379
215	213	0.104	2.379
216	214	0.104	2.379
217	215	0.104	2.38
218	216	0.105	2.379
219	217	0.105	2.378
220	218	0.105	2.379
221	219	0.105	2.379
222	220	0.106	2.379
223	221	0.106	2.379
224	222	0.107	2.378
225	223	0.108	2.381
226	224	0.109	2.382
227	225	0.109	2.382
228	226	0.11	2.384
229	227	0.11	2.385
230	228	0.111	2.384

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950 Date : 29/11/2018  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1 Page : 8

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
231	229	0.111	2.383
232	230	0.112	2.382
233	231	0.112	2.382
234	232	0.112	2.381
235	233	0.113	2.381
236	234	0.113	2.381
237	235	0.113	2.381
238	236	0.113	2.381
239	237	0.114	2.381
240	238	0.114	2.382
241	239	0.114	2.382
242	240	0.115	2.383
243	241	0.116	2.385
244	242	0.117	2.385
245	243	0.117	2.385
246	244	0.117	2.385
247	245	0.118	2.385
248	246	0.118	2.386
249	247	0.118	2.385
250	248	0.118	2.385
251	249	0.119	2.385
252	250	0.119	2.385
253	251	0.119	2.385
254	252	0.12	2.385
255	253	0.12	2.384
256	254	0.121	2.384
257	255	0.121	2.384
258	256	0.121	2.384
259	257	0.121	2.384
260	258	0.122	2.384
261	259	0.122	2.385
262	260	0.122	2.385
263	261	0.123	2.386

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950 Date : 29/11/2018  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1 Page : 9

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
264	262	0.123	2.386
265	263	0.123	2.386
266	264	0.124	2.387
267	265	0.124	2.388
268	266	0.125	2.388
269	267	0.125	2.388
270	268	0.126	2.387
271	269	0.126	2.387
272	270	0.127	2.386
273	271	0.127	2.385
274	272	0.128	2.386
275	273	0.128	2.385
276	274	0.13	2.386
277	275	0.13	2.387
278	276	0.131	2.386
279	277	0.131	2.387
280	278	0.132	2.387
281	279	0.132	2.387
282	280	0.133	2.39
283	281	0.134	2.39
284	282	0.134	2.39
285	283	0.135	2.39
286	284	0.135	2.389
287	285	0.136	2.388
288	286	0.137	2.388
289	287	0.138	2.386
290	288	0.138	2.385
291	289	0.139	2.386
292	290	0.139	2.386
293	290	0	1
294	291	0	1
295	292	0	1
296	293	0	1

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950	Date : 29/11/2018
User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan	
Project name : MURO FINAL.plx	
Output : Curve 1	Page : 10

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
297	294	0	1
298	295	0	1
299	296	0	1
300	297	0	1
301	298	0	1
302	299	0	1
303	300	0	1
304	301	0	1
305	302	0	1
306	303	0	1
307	304	0	1
308	305	0	1
309	306	0	1
310	307	0	1
311	307	0.013	1
312	308	0.013	1
313	309	0.013	1
314	310	0.013	1
315	311	0.013	1
316	312	0.013	1
317	313	0.013	1
318	314	0.013	1
319	315	0.013	1
320	316	0.013	1
321	317	0.013	1
322	318	0.013	1
323	319	0.013	1
324	320	0.013	1
325	320	0.013	1
326	321	0.013	1
327	322	0.013	1
328	323	0.013	1
329	324	0.013	1

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950 Date : 29/11/2018  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1 Page : 11

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
330	325	0.013	1
331	326	0.013	1
332	327	0.013	1
333	328	0.013	1
334	329	0.013	1
335	330	0.013	1
336	331	0.013	1
337	332	0.013	1
338	333	0.013	1
339	334	0.013	1
340	335	0.013	1
341	336	0.013	1
342	337	0.013	1
343	338	0.013	1
344	339	0.013	1
345	340	0.013	1
346	341	0.013	1
347	342	0.013	1
348	343	0.013	1
349	344	0.013	1
350	345	0.013	1
351	346	0.014	1
352	347	0.014	1
353	348	0.014	1
354	349	0.014	1
355	350	0.014	1
356	351	0.014	1
357	352	0.014	1
358	353	0.014	1
359	354	0.014	1
360	355	0.015	1
361	356	0.015	1.016
362	357	0.015	1.023

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950 Date : 29/11/2018  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1 Page : 12

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
363	358	0.015	1.039
364	359	0.015	1.053
365	360	0.015	1.076
366	361	0.015	1.123
367	362	0.015	1.146
368	363	0.015	1.168
369	364	0.016	1.213
370	365	0.016	1.235
371	366	0.016	1.272
372	367	0.016	1.291
373	368	0.016	1.329
374	369	0.017	1.347
375	370	0.017	1.379
376	371	0.017	1.429
377	372	0.018	1.47
378	373	0.018	1.489
379	374	0.018	1.497
380	375	0.018	1.514
381	376	0.019	1.522
382	377	0.019	1.537
383	378	0.019	1.552
384	379	0.02	1.581
385	380	0.021	1.639
386	381	0.022	1.665
387	382	0.022	1.677
388	383	0.022	1.688
389	384	0.023	1.711
390	385	0.024	1.758
391	386	0.025	1.779
392	387	0.026	1.799
393	388	0.026	1.819
394	389	0.027	1.828
395	390	0.027	1.832

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950 Date : 29/11/2018  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1 Page : 13

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
396	391	0.028	1.841
397	392	0.028	1.846
398	393	0.028	1.855
399	394	0.029	1.872
400	395	0.031	1.906
401	396	0.031	1.924
402	397	0.032	1.932
403	398	0.032	1.945
404	399	0.033	1.95
405	400	0.033	1.952
406	401	0.033	1.957
407	402	0.034	1.966
408	403	0.034	1.971
409	404	0.034	1.974
410	405	0.035	1.978
411	406	0.035	1.987
412	407	0.036	2.004
413	408	0.038	2.031
414	409	0.039	2.042
415	410	0.039	2.048
416	411	0.039	2.05
417	412	0.04	2.054
418	413	0.04	2.059
419	414	0.04	2.063
420	415	0.041	2.065
421	416	0.041	2.068
422	417	0.041	2.075
423	418	0.042	2.086
424	419	0.042	2.091
425	420	0.043	2.095
426	421	0.043	2.099
427	422	0.044	2.106
428	423	0.045	2.11

**Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses**

Project description : MUROS DE CONTENCIÓN KM 28+950 Date : 29/11/2018  
 User name : Koxhiyoki Kabuto, Japan  
 Project name : MURO FINAL.plx  
 Output : Curve 1 Page : 14

Point	Step	U  [m]	Sum-Msf
429	424	0.045	2.116
430	425	0.046	2.12
431	426	0.046	2.123
432	427	0.047	2.13
433	428	0.048	2.137
434	429	0.049	2.15
435	430	0.05	2.157
436	431	0.05	2.16
437	432	0.051	2.167
438	433	0.051	2.17
439	434	0.051	2.175
440	435	0.052	2.177
441	436	0.052	2.177
442	437	0.052	2.179
443	438	0.052	2.182
444	439	0.053	2.184
445	440	0.053	2.186
446	441	0.053	2.188
447	442	0.054	2.194
448	443	0.055	2.205
449	444	0.056	2.211
450	445	0.056	2.213
451	446	0.057	2.218
452	447	0.057	2.22
453	448	0.057	2.221
454	449	0.058	2.222
455	450	0.058	2.224
456	451	0.059	2.228
457	452	0.059	2.23
458	453	0.059	2.233
459	454	0.059	2.234
460	455	0.06	2.237