

<div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 10px;"> <span>ACCESIBILIDAD:</span> <span>CONTROLADA: <input type="checkbox"/></span> <span>NO CONTROLADA: <input type="checkbox"/></span> </div>							
0	2010-12-14	INGENIERÍA	GURREA	CVARGAS		Emisión Original	EC
No	FECHA	Elaborado por: Nombre/Firma	Revisado por: Nombre/Firma	Aprobado por: Nombre/Firma	Validado por: Nombre/Firma	Descripción	Estado
 <p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold; margin-top: 20px;">PROYECTO EXPANSIÓN TRANSMISIÓN GUATEMALA PET-1-2009</p> <p style="font-size: 1.1em; font-weight: bold; margin-top: 40px;">SUBESTACIÓN CHIANTLA 230/69 kV</p> <p style="font-size: 1.1em; font-weight: bold;">MEMORIA DE ADECUACIÓN DEL TERRENO</p>							
ESCALA <b>SIN</b>	FORMATO <b>Carta</b>	CODIGO <b>02-TRE-PET109-SE-25-DIS-MC-0102</b>				HOJA <b>01</b>	REV <b>0</b>

## CONTENIDO

1.	OBJETO .....	3
2.	INFORMACIÓN DE REFERENCIA .....	3
3.	CRITERIOS BÁSICOS .....	3
4.	PRESENTACION DEL ESQUEMA DE ADECUACIÓN .....	3
5.	DRENAJES .....	6
6.	VIAS .....	7
7.	ESQUEMAS GENERAL DE LA ADECUACIÓN .....	10
8.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	10
8.1.	INTERNOS .....	10
8.2.	EXTERNOS .....	10
9.	REGISTROS .....	10
10.	ANEXOS .....	11
11.	PLANOS ASOCIADOS .....	11
ANEXO 1 – ANÁLISIS DE ESTABILIDAD TALUDES RELLENO ESTRUCTURAL		12
ANEXO 2 .....		14
ANEXO 3 .....		21

## 1. OBJETO

El propósito de este documento es identificar los trabajos referentes a la adecuación del terreno de la Subestación Chiantla 230/69 kV del proyecto “PLAN DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE 2008–2018”, en adelante el Proyecto.

## 2. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Para la adecuación del terreno se tuvo en cuenta el levantamiento topográfico, la disposición física y las características propias del proyecto y el estudio de suelos realizado en éste.

## 3. CRITERIOS BÁSICOS

- Generar la mínima intervención del terreno con cortes y rellenos para causar menores impactos ambientales.
- Obtener los niveles y espacios óptimos para los equipos y para la adecuada operación de la subestación.
- Garantizar suelos que permitan un soporte adecuado para las cargas previstas para las estructuras y equipos.
- Garantizar la adecuada estabilidad de terraplenes y taludes.
- Utilizar en lo posible el material de corte para la conformación de rellenos en la adecuación de áreas de propósito paisajístico.

## 4. PRESENTACION DEL ESQUEMA DE ADECUACIÓN

- La adecuación para el terreno de la subestación Chiantla 230/69 kV comprende las áreas que se destinarán para:
  - ✓ Patio de equipos de 230 kV: comprende tres campos de reserva (uno de ellos destinado para el reactor), campos de salida de líneas Huehuetenango II y Covadonga, y un campo de salida al banco de autotransformadores. Contiene las obras correspondientes a trincheras y ductos, drenajes, cimentaciones de equipos y pórticos. Además un campo futuro para 230 kV.

- ✓ Patio de equipos de 69 kV: comprende los campos de acople, campos de línea para conexión futura, campo de autotransformadores y 2 campos de reserva. Contiene las obras correspondientes a trincheras y ductos, drenajes, cimentaciones de equipos y pórticos.
- ✓ Banco de autotransformadores: comprende 4 autotransformadores y las obras correspondientes a fosos, muros cortafuego, cimentaciones de pórtico para cambio rápido, losa de aproximación, trincheras, ductos y drenajes.
- ✓ Edificio de control: el cual contiene áreas de planta diésel, sala de baterías, oficina, baño y cuarto de control.
- ✓ Casetas de control de patio: las cuales contienen áreas de cuarto de tableros y sala de baterías.
- ✓ Portería: la cual contiene áreas para el vigilante y baño.
- ✓ Vías: las cuales serán construidas en pavimento rígido y se distribuyen en vías de autotransformadores con un ancho de 12 metros, dos vías de ingreso con un ancho de 7,0 metros para el área de trafos y una de 6 metros para el área del reactor, vía de mantenimiento que se encuentran dónde están las casetas de control con un ancho de 3,0 metros y vías perimetrales con un ancho de 3,5 metros.
- ✓ La vía de acceso al campo de 69 kV se modificó respetando los límites de los dos montículos existentes, los cuales no se pueden intervenir por ser área protegida, por lo que se utilizó el espacio existente entre ambos montículos, que actualmente es la vía de terracería existente.
- ✓ Accesos: los cuales servirán de ingreso a los patios para permitir el mantenimiento de los equipos y su acabado será en grava.
- ✓ Campo de infiltración: se adecuará el espacio correspondiente a su diseño.
- ✓ Tanque de almacenamiento de agua para servicios generales: el cual irá cercano al edificio y portería para permitir el abastecimiento de agua para dichas edificaciones.
- La pendiente de la adecuación se determinó en 1.0% para todo el terreno en el sentido longitudinal, en el sentido transversal la pendiente será del 0.0%, esto buscando optimizar los volúmenes de corte y relleno, y siguiendo la pendiente promedio natural del terreno.

- Para taludes en corte se tendrá una relación 1.5V:1H en las periferias de la adecuación y en la zona interna del patio de 69 kV, con una altura máxima de 4.50 metros y para taludes en relleno estructural una relación 1V:1.5H. Se deberán recubrir los taludes en corte y relleno con concreto lavado o empradización para su protección. Los taludes que dividen el patio de 230 kV y 69 kV serán en piedra pegada los taludes que estén cercano a los montículos.
- La relación de llenos paisajísticos no podrá ser mayor a 1V:2H.
- Las pendientes y los niveles de adecuación de los diferentes patios se presentan a continuación:
  - ✓ Patio 1: cota superior: 2035.46 y cota inferior: 2035.07
  - ✓ Patio 2: cota superior: 2035.69 y cota inferior: 2035.46.
  - ✓ Patio 3: cota superior: 2035.92 y cota inferior: 2035.69.
  - ✓ Patio 4: cota superior: 2036.50 y cota inferior: 2035.92.
  - ✓ Patio 5: cota superior: 2037.22 y cota inferior: 2036.77.
- La altura máxima de corte será de 2.20 metros y la altura máxima de rellenos estructurales será de 7.90 metros.
- Conforme al estudio de suelos para este terreno, el material de corte no puede ser utilizado directamente para la conformación de rellenos estructurales a menos que se realice previamente una estabilización del mismo (adición de suelos seleccionados, adición de cal, etc.). estos son los suelos que no presentan arcilla como lo son el estrato 1 y 3, los arcillosos o material vegetal puede ser usado en los llenos paisajísticos.
- Para la ejecución de los rellenos estructurales dependiendo de las condiciones particulares del sitio, disposición de materiales cercanos, etc. se presentará a la interventoría un informe de caracterización del material que se propone usar acompañado de las pruebas de laboratorio y los tratamientos de estabilización y/o mejoramiento que prueben su aptitud para este propósito de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto.
- **Las cantidades de movimiento de tierras resultantes de la adecuación propuesta son las siguientes:**
  - ✓ **Descapote = 3,697 metros cúbicos.**

- ✓ **Corte (incluye volumen descapote) = 5,007 metros cúbicos.**
- ✓ **Relleno estructural (incluye volumen descapote) = 18,557 metros cúbicos.**
- ✓ **Relleno paisajístico = 4234 metros cúbicos.**
- Para determinar los niveles de adecuación del lote desde el punto de vista de las inundaciones que se pudieran presentar, se tuvieron en cuenta las cotas de las vías existentes aledañas proporcionadas por el levantamiento topográfico. El criterio radica en que las vías aledañas por sus niveles reciben aportes de escorrentía de los lotes cercanos a ellas, por esta razón, la subestación debe adecuarse por encima de dichos niveles para evitar aportes de sectores aledaños e inundaciones.
- Se establece la cota 2036.50 y superiores como seguras para la implantación del proyecto.
- Se requiere la construcción de 3 muro de contención con las siguientes dimensiones:
  - ✓ Muro 1: localizado en la esquina de la adecuación zona sureste de 13.65 metros de longitud y una altura máxima variable de 1.96 metros.
  - ✓ Muro 2: localizado en la zona sobre la vía 8 en el entronque con la vía 1, en el área del patio de 230 kV de 38.00 metros de longitud y una altura máxima variable de 0.35 metros. (este muro es denominado bordillo especial, ya que no es tan grande en sus dimensiones), este entroncará con la columna del acceso 1.
  - ✓ Muro 3: localizado en la zona sobre la vía 8 en el entronque con la vía 1, en el área del patio de 230 kV de 16.00 metros de longitud y una altura máxima variable de 0.35 metros. (este muro es denominado bordillo especial, ya que no es tan grande en sus dimensiones).
- Se deberá remover como mínimo una capa de material orgánico de 0.60m de espesor del terreno, la cual se verificará en campo para finalmente remover todo el material orgánico existente.

## 5. DRENAJES

El manejo de aguas superficiales y subsuperficiales del proyecto se hará conduciendo éstas los punto topográficos más bajo ubicado en el sitio de cota 2035.00, ubicado en el costado nor-oeste del terreno, para evacuar el patio de 69

kV, y la cota 2026 ubicado en la esquina sur-este de la adecuación para evacuar el resto del terreno.

Para evacuar el punto del lado de 69 kV se debe colocar tubería atravesando la calle existente, y para el punto de descarga del lado de 230 kV, se hará en el barranco existente, se debe considerar los derechos de paso de agua pluvial ya que estas descargas se harán en terrenos que no pertenecen a TRECSA.

## 6. VIAS

Las vías de ingreso son dos, el acceso 2 que será el principal desde la vía existente hasta el portón de cerramiento se divide en dos tramos de la siguiente manera: el primer tramo con 10.00 metros con una pendiente longitudinal de -0.58%, el segundo tramo con longitud de 8.38 metros y pendiente longitudinal de 0.0%, cabe indicar que si existe una modificación a la vía existente dichas pendientes pueden variar, ya que se tomó de referencia la cota de terreno natural existente frente al acceso.

El acceso 1 se divide en dos tramos, el primero tramo con una pendiente de 6.87% y una curva vertical de 10 metros de longitud, el segundo tramo con una pendiente de 12.98% y una curva vertical de 10 metros de longitud (ver detalle en plano)

Las vías 1, 2 y 4 tiene longitud de 60.47 metros y pendiente longitudinal de 0.0%.

La vía 3 tiene longitud de 73.65 metros y pendiente longitudinal de 0.0%.

La vía 5 tiene longitud de 91.09 metros y pendiente longitudinal de 0.0%.

La vía 6 tiene longitud de 32.21 metros y pendiente longitudinal de 0.0%.

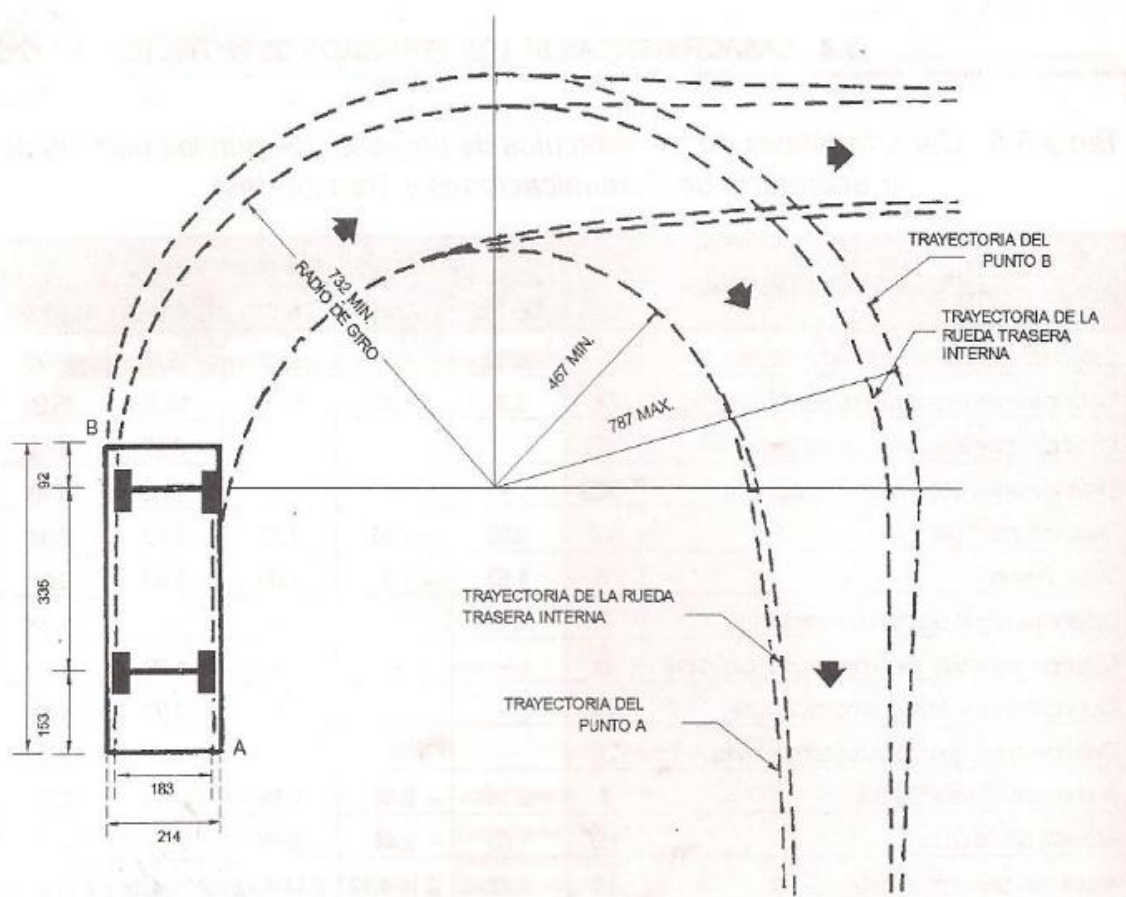
La vía 7 tiene longitud de 81.25 metros y pendiente longitudinal de 1.0%.

La vía 8 tiene longitud de 42.99 metros y pendiente longitudinal de 1.0%.

La vía 9 tiene longitud de 33.38 metros y pendiente longitudinal de 1.0%.

La vía 10 tiene longitud de 64.36 metros y pendiente longitudinal de 1.0%.

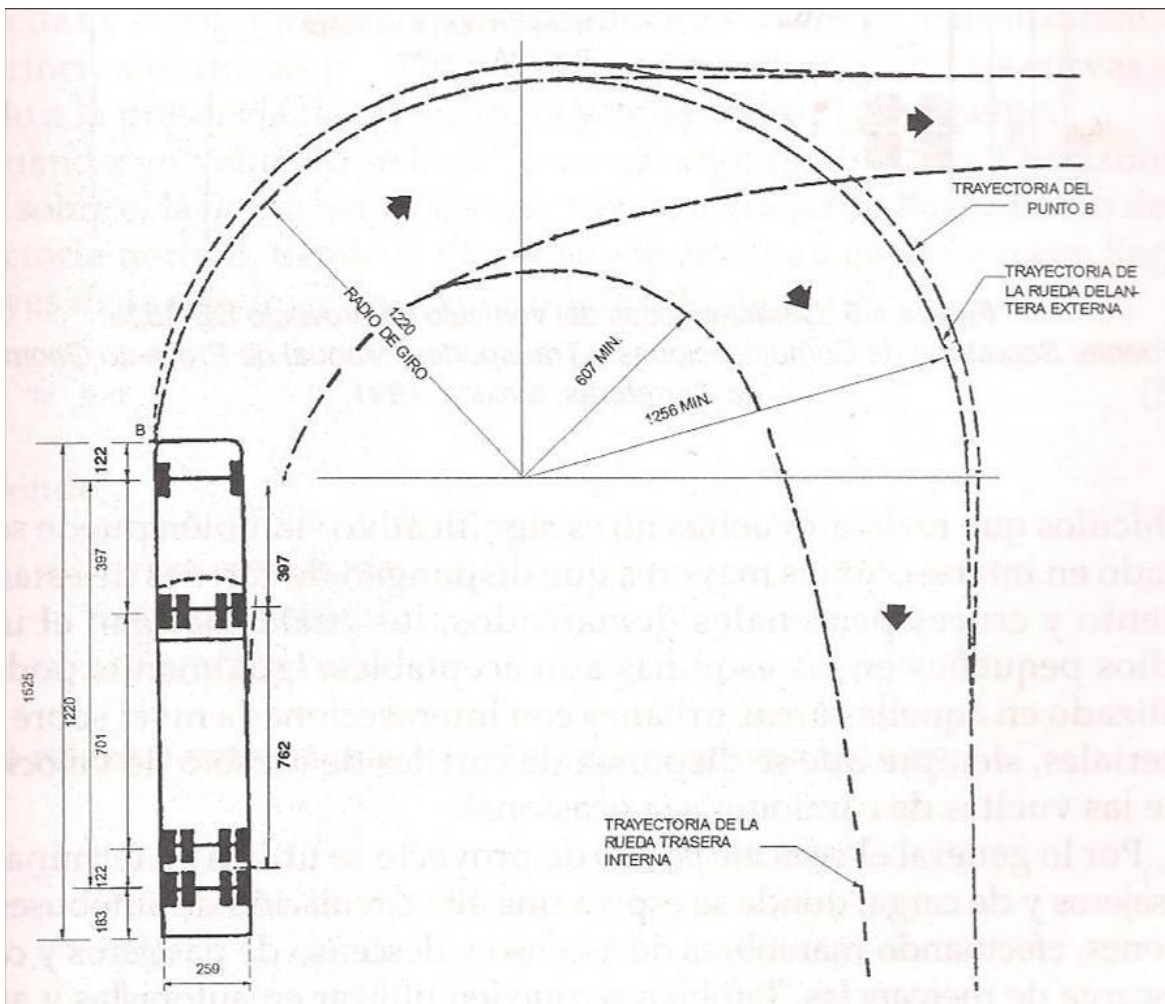
Los radios de curvatura se determinan de acuerdo con lo siguiente:



Fuente: Ingeniería Transito Fundamentos y Aplicaciones  
 Autor: Rafael/James Cal y Mayor/Cárdenas

Según la figura anterior se puede apreciar un  $R_{\min} = 4.67\text{m}$  para un camión de 5.8m de longitud, para este proyecto se tienen camiones con aproximadamente las mismas características longitudinales, por tanto para garantizar la circulación vehicular se usará un radio de giro mínimo de 5.00 metros, en las zonas de la adecuación que permitan un radio mayor será usado de 7.00 metros con el fin de mejorar maniobrabilidad dentro de la subestación.

Para la maniobrabilidad de la cama baja se determinan radios de 12.50 m ya que el ingreso al área de autotransformadores no se hace de forma directa. A continuación se muestra el esquema de la maniobra a realizar por la cama baja.



Fuente: Ingeniería Transito Fundamentos y Aplicaciones  
 Autor: Rafael/James Cal y Mayor/Cárdenas

## 7. ESQUEMAS GENERAL DE LA ADECUACIÓN

Los esquemas de adecuación se presentan detallados en el plano 02-TRE-PET109-SE-06-DIS-PL-0101 Adecuación de Terreno-Terracerías plantas, terracerías cortes.

## 8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

### 8.1. INTERNOS

CODIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
02-TRE-PET109-SE-25-DIS-PL-0100	Levantamiento Topográfico
S/N	Reporte Técnico Mecánica de Suelos

### 8.2. EXTERNOS

CODIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
No aplica	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y Puentes-Dirección General de Caminos-Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y vivienda de la República de Guatemala

## 9. REGISTROS

CODIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
No aplica	No aplica

## 10. ANEXOS

CODIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
[1]	Análisis de estabilidad de taludes de relleno estructural
[2]	Especificación técnica para explanaciones en corte y en relleno
[3]	Especificaciones técnicas para empedizaciones y revestimiento de taludes

## 11. PLANOS ASOCIADOS

CODIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
02-TRE-PET109-SE-25-DIS-PL-0101	Adecuación del terreno - Terracerías planta, Terracerías cortes

## ANEXO 1 – ANÁLISIS DE ESTABILIDAD TALUDES RELLENO ESTRUCTURAL

Si la resistencia movilizada es menor que la total disponible, el talud se mantendrá estable, con un factor de seguridad (F.S.) mayor que la unidad. Se ha dado por estable el talud con un factor de seguridad mayor a 1.1, pero se ve la necesidad de aumentar, por seguridad, ese valor a 1.2 ó más. Así se puede expresar:

$$F.S. = \frac{M_{F.resistentes}}{M_{F.volcadoras}} \geq 1,2$$

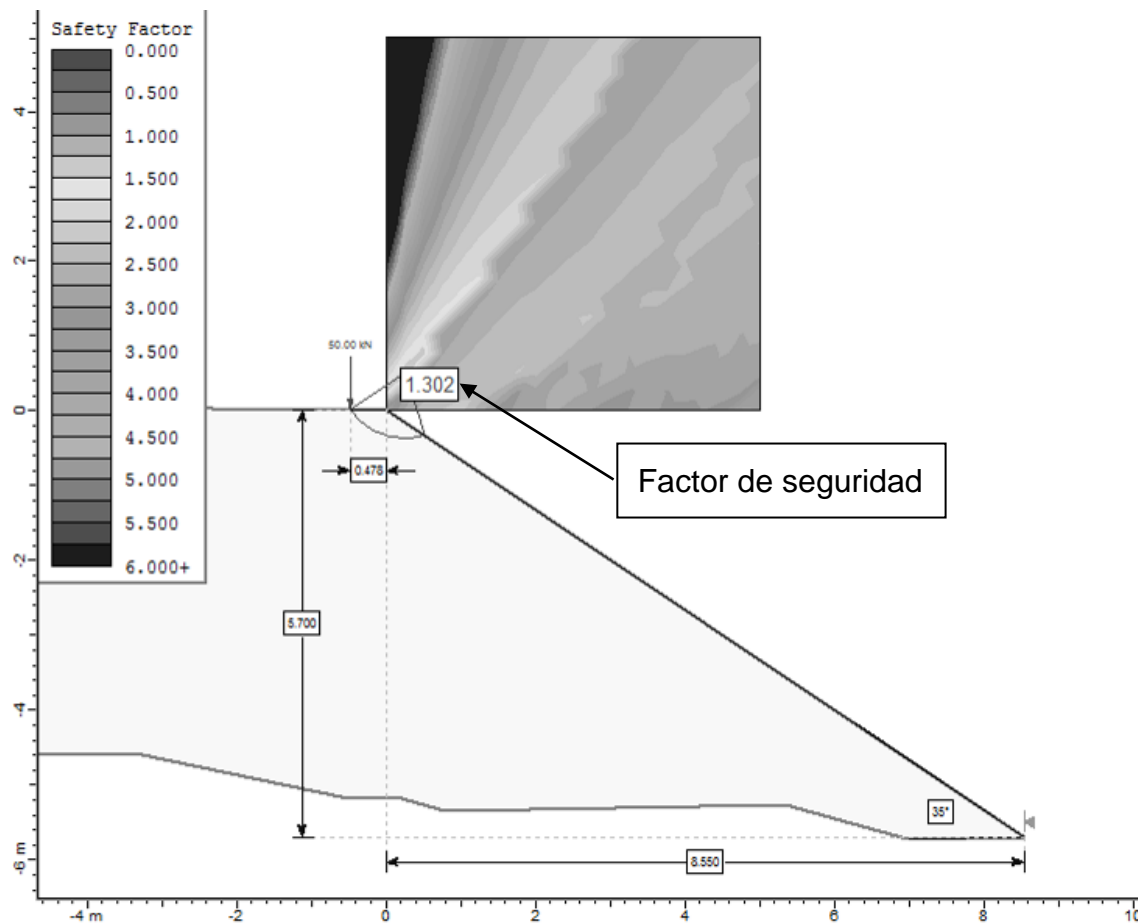
El esquema mostrado a continuación representa el análisis de estabilidad de taludes para la Subestación Chiantla 230/69 kV.

Cabe resaltar que en algunas zonas de la adecuación los taludes de relleno estructural poseen un contrapeso dada la presencia del relleno paisajístico, lo que hace que el análisis presentado a continuación sea mucho más desfavorable ya que no tiene en cuenta esta condición en su planteamiento.

Cabe indicar que el material que se escoja como lleno estructural debe cumplir como mínimo dichas características de peso específico del suelo y tipo de material, para que la estabilidad de talud en lleno de relación 1.5H:1V cumpla las características de estabilidad.

Acorde al estudio de suelos el estrato 3 E-3 Arena limosa color café claro, cumple con las características de ángulo de fricción interna, cohesión y peso específico o un material similar que se utilice de préstamo, el estrato 3 se debe analizar en campo visualmente que no contenga restos de arcilla, de lo contrario se debe realizar modificaciones a las condiciones del suelo.

### Esquema Material Analizado



#### Características material:

El material analizado presenta las siguientes características:

- Grava arenosa color café oscuro.
- Peso específico del suelo: 14.90 kN/m<sup>3</sup>
- Cohesión: 15. kN/m<sup>2</sup>
- Angulo de fricción: 39°

Metodos de analisis:

- Bishop simplificado (FS=1.302)
- Spencer (FS=1.323)
- GLE/Morgenstern-Price (FS=1.410)

## ANEXO 2

### 4. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EXPLANACIONES EN CORTE Y EN RELLENO

#### 4.1. DESCRIPCIÓN

Esta especificación comprende la ejecución de todas las actividades relacionadas con corte y relleno del terreno, para conformar el área de trabajo y localizar las estructuras del proyecto, en las cotas indicadas en los planos.

#### 4.2. DESMONTE

Esta actividad se hace talando, desarraigando y removiendo los árboles, arbustos, troncos, tocones, rastrojos, raíces, escombros o basuras o cualquier otro tipo de vegetación, hasta que el área quede limpia y libre de toda vegetación y su superficie, resulte apta para iniciar los demás trabajos.

En las áreas donde se construirán estructuras, los tocones, raíces y demás materiales inconvenientes, deben eliminarse hasta una profundidad no menor de treinta (60) centímetros por debajo de la superficie que debe descubrirse, de acuerdo a las necesidades del proyecto.

#### 4.3. DESCAPOTE

Se refiere a la remoción de la capa superficial del terreno natural, compuesta por tierra vegetal, turba, materia orgánica y demás materiales inadecuados que se encuentren en la superficie del terreno natural, dentro de las zonas previstas para la construcción de las obras del proyecto, incluyendo las áreas de almacenamiento y botaderos. Incluye además la extracción de cepas, fundaciones de concreto, raíces, que no se hayan removido, transporte, limpieza y disposición en los botaderos de los materiales resultantes de todas las operaciones anteriores.

##### 4.3.1. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Se deben adoptar procedimientos para ejecutar las labores, de forma tal, que no afecten las condiciones de estabilidad del terreno. Se deben tomar las medidas necesarias para evitar la erosión del terreno descapotado, en los taludes y rellenos resultantes en este proceso. Se deben tener en cuenta las obras para el control de

erosión previstos en el plan de manejo ambiental y los tratamientos de taludes indicados en los planos.

El material proveniente del descapote debe transportarse hasta las zonas de desecho que cuente con autorización o licencia de las autoridades municipales o ambientales competentes o para la conformación de rellenos paisajísticos.

#### 4.4. DEMOLICIÓN Y RETIRO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

Comprende la demolición, cargue, transporte y botada de escombros, así como el retiro de las mallas perimetrales existentes, recuperación de los materiales aprovechables, incluye transporte hasta el sitio que esté dispuesto para tal fin.

##### 4.4.1. EXPLANACIONES

###### 4.4.1.1. EXPLANACIONES EN CORTE

La actividad incluye, el corte del material desde el nivel del descapote hasta el nivel de la rasante mostrada en los planos, la conformación de los taludes de corte, el cargue y transporte del material sobrante al sitio del depósito. Incluye los arreglos de los taludes, nivelación, conformación y compactación de la subrasante en toda el área.

###### 4.4.1.1.1 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

La explanación debe nivelarse y perfilarse de tal manera que ningún punto de la superficie explanada sobresalga más de tres (3) centímetros de las cotas fijadas en los planos, evitando que cualquier desviación se repita en forma sistemática.

El trabajo comprende además, la excavación y remoción de rocas o piedras existentes que sobresalgan del nivel de explanación mostrada en los planos.

Se suministrará el personal, el equipo mecánico pesado de corte, cargue y transporte adecuados para llevar a cabo esta labor técnicamente y en el tiempo programado.

Terminada la labor de explanación en corte, y alcanzadas las cotas del nivel de la rasante se procederá, a pasar el equipo de compactación hasta obtener una superficie firme y pareja.

La explanación y los taludes deben protegerse adecuadamente contra posibles deterioros por tránsito vehicular o erosiones mientras son recubiertos, para lo cual se debe afirmar debidamente las áreas de tránsito y proveer sistemas de drenaje de aguas superficiales o subterráneas si son del caso.

Se podrá en las zonas de más alto tráfico, perfilar el terreno unos 5 cm por encima del nivel proyectado, hasta la terminación de las obras principales y posteriormente hacer el perfilado definitivo a las cotas, con las pendientes indicadas en los planos.

El material proveniente de las explanaciones, que según el estudio de suelos sea adecuado para los terraplenes u otras obras, debe ser transportado y dispuesto por el sitio de utilización, ser apilado en lugar limpio, seco y protegido de las corrientes de agua, hasta el momento de ser utilizado.

El material que se vaya a utilizar para rellenos paisajísticos, debe ser transportado a las zonas destinadas según los planos esparciéndolo en capas no mayores de 0,50 m. y realizando un apisonamiento dando dos pasadas del equipo apropiado para el tipo de suelo. Dichas zonas deben quedar en condiciones satisfactorias de nivelación y drenaje de acuerdo con los planos.

#### 4.4.1.2. EXPLANACIONES EN TERRAPLÉN Ó RELLENOS ESTRUCTURALES

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en la ejecución de todas las actividades necesarias para construir, sobre el terreno debidamente preparado, los terraplenes de relleno que contemple el proyecto, y elevar las cotas del terreno descapotado hasta los niveles requeridos en los planos.

##### 4.4.1.2.1. MATERIALES

Los materiales de terraplén de relleno deben estar libres de materia orgánica, basuras, tierra vegetal, terrones de arcilla y piedras mayores de 7,5 cm de diámetro.

El material para terraplén de relleno es el constituido por los materiales que se obtengan de las explanaciones en corte y excavaciones en la zona del proyecto, seleccionados de acuerdo con los planos y el estudio de suelos con exclusión de material orgánico y piedras mayores de 7,5 cm.

La fracción del material que pasa por el tamiz No. 40 no debe tener índice de plasticidad mayor del 15%, ni un límite líquido mayor del 40%, a menos que se realicen estudios de mezcla de materiales que permitan su uso.

Si el volumen de material descrito anteriormente no es suficiente para completar el volumen de los terraplenes o no cumple con la especificación se debe suministrar material procedente de préstamo que cumpla con la especificación se efectuará con el los rellenos requeridos

#### 4.4.1.2.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Todos los trabajos se ejecutarán de acuerdo a los planos y lo indicado en estas especificaciones.

Previamente a la iniciación de cualquier trabajo, se verificarán los replanteos a ejecutar, localización de estacas y chaflanes.

Antes de iniciar la construcción de un terraplén de relleno, la superficie del terreno natural que le servirá de cimentación debe estar limpia y descapotada.

El terreno base deberá escarificarse, conformarse y compactarse, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad de quince (15) centímetros, la cual se podrá reducir a diez centímetros (10 cm) cuando el terraplén se deba construir sobre un afirmado existente.

Se iniciará la colocación de materiales de relleno cuando el terreno base del terraplén esté adecuadamente preparado y escalonado de acuerdo con las indicaciones de los planos. El material de relleno se debe colocar en capas horizontales de un espesor máximo compactado de 20 cm con las dimensiones, pendientes y taludes indicados en los planos. La densidad mínima de la compactación de cada capa debe ser del 95% de la densidad máxima obtenida del ensayo Próctor Modificado.

Los materiales para cada relleno deben tener inmediatamente antes y durante la compactación, un contenido de humedad uniforme de acuerdo con los ensayos de humedad óptima. El máximo contenido de humedad de los materiales para rellenos será determinado por los resultados de laboratorio, en ningún caso se permitirá utilizar materiales cuyo contenido de humedad exceda el valor óptimo correspondiente al ensayo Próctor Modificado en más del 5%. En caso que el contenido de humedad estuviese por debajo del óptimo, este material debe humedecerse uniformemente hasta obtenerlo.

El equipo de compactación será el adecuado de acuerdo con las características granulométricas del material a compactar. La velocidad y el número de pasadas por capa, para garantizar la densidad especificada, será determinada durante la iniciación del relleno mediante ensayos de densidad en el campo. Debe dársele a

la superficie de cada capa una pendiente del 1% como máximo, para permitir el drenaje de las aguas lluvias.

Cuando se suspenda la colocación del terraplén por un período prolongado, se debe construir y mantener un sistema de drenaje superficial formado por cunetas de poca profundidad o pendientes suaves y uniformes. Cuando se reanude la colocación del relleno, se debe realizar una escarificación superficial de la capa que haya sufrido erosión hasta una profundidad no menor a la de los canales erodados.

Se dará especial importancia a los hombros de los taludes de relleno en donde se efectuarán por lo menos el 50% de los ensayos de densidad, en un área delimitada por el borde del terraplén de lleno y una línea paralela a éste, separada 1,5 metros.

La cota de cualquier punto de la superficie del terraplén conformada y compactada, no debe variar en más de 3 cm de la cota mostrada en los planos.

Los materiales de relleno estructural provenientes de préstamo deben cumplir con lo establecido a continuación (tomado de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes, de la Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda de la República de Guatemala, secciones 206 y 203.01):

- a) *Material granular de libre drenaje, libre de exceso de humedad, turba, terrones de arcilla, raíces, césped u otro material deletéreo debe cumplir con los siguiente:*
  - a. *Dimensión máxima 50 milímetros*
  - b. *Material que pasa el tamiz No.200 (75  $\mu$ m), AASHTO T27 y T11: 15% máximo*
  - c. *Límite líquido, AASHTO T 89: 30% máximo.*
  - d. *Índice de plasticidad del material que pasa por el tamiz No.40, AASHTO T 90: 10 máximo.*
- b) *No se deberán suministrar los siguientes materiales (materiales inadecuados):*
  - a. *Los correspondientes a la capa vegetal.*
  - b. *Los clasificados en el grupo A-8, AASHTO M145, que son suelos orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas. Su clasificación es basada en una inspección visual y no depende del porcentaje que pasa el tamiz*

*0.075 mm (No.200), del límite líquido, ni del índice de plasticidad. Están compuestos principalmente por materia orgánica podrida y generalmente tienen una textura fibrosa, de color café oscuro o negro y olor a podredumbre. Son altamente compresibles y tienen baja resistencia.*

Se deberá tener en cuenta la siguiente granulometría:

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
2"	100
1"	50-100
No. 4	20-70
No. 40	0-40
No. 200	0-15

#### 4.4.1.2.3. ENSAYOS

Se deben ejecutar los ensayos necesarios para la determinación de las características de los materiales que se utilizarán en los diferentes rellenos, tales como: Granulometría, Límites de Atterberg, Próctor Modificado y C.B.R.

En los terraplenes de relleno debe ejecutarse como mínimo un ensayo de densidad en el campo por cada 800 m<sup>2</sup> y máximo un ensayo por cada 400 m<sup>2</sup> por capa.

#### 4.4.1.3. EXPLANACIONES PARA RELLENOS PAISAJÍSTICOS

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en la ejecución de todas las actividades necesarias para construir, los terraplenes correspondientes a rellenos paisajísticos que contemple el proyecto, y elevar las cotas del terreno descapotado hasta los niveles requeridos en los planos con dicho relleno.

#### 4.4.1.3.1. MATERIALES

Los materiales de los rellenos paisajísticos corresponden a los materiales provenientes del descapote y del corte de material que no se pueda utilizar para la realización de rellenos estructurales.

#### 4.4.1.3.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Todos los trabajos se ejecutarán de acuerdo a los planos y lo indicado en estas especificaciones.

Previamente a la iniciación de cualquier trabajo, se verificarán los replanteos a ejecutar, localización de estacas y chaflanes.

Cuando el relleno paisajístico se deba según los planos construir sobre los taludes de un relleno estructural, se debe construir el relleno estructural de acuerdo con las especificaciones del numeral 4.4.1.2 correspondiente a Rellenos Estructurales.

Se iniciará la colocación de materiales de relleno paisajístico cuando el terreno base del terraplén esté adecuadamente preparado y escalonado de acuerdo con las indicaciones de los planos. El material de relleno paisajístico se debe colocar en capas horizontales de un espesor máximo apisonado de 50 cm mediante dos pasadas del equipo adecuado para el tipo de suelo.

Debe dársele a la superficie de cada capa una pendiente del 1% como máximo, para permitir el drenaje de las aguas lluvias.

La cota de cualquier punto de la superficie del relleno paisajístico conformada y apisonada, no debe variar en más de 3 cm de la cota mostrada en los planos.

#### 4.4.1.3.3. ENSAYOS

La densidad mínima de la compactación de cada capa debe ser del 80% de la densidad máxima obtenida del ensayo Próctor Modificado, el cual se encuentra especificado en el estudio de suelos de la subestación.

En los terraplenes de relleno paisajístico debe ejecutarse como mínimo un ensayo de densidad en el campo por cada 800 m<sup>2</sup> y máximo un ensayo por cada 400 m<sup>2</sup> por capa.

## **ANEXO 3**

### **3.4 ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EMPRADIZACIONES**

#### **3.4.1. DESCRIPCIÓN**

Este trabajo comprende el revestimiento de taludes de rellenos y de corte de terraplenes y de otras áreas del proyecto. El riego, fertilización y control se hará hasta el arraigo del césped y hasta la entrega final de la obra. Los diferentes procedimientos de ejecución serán evaluados en obra según las condiciones del clima, materiales sobre los que se realizará la empradización y las prácticas constructivas usuales en la región.

#### **3.4.2. MATERIALES**

Debe recuperarse en lo posible la capa vegetal retirada durante la ejecución de las obras, la cual se ha debido conservar de la mejor manera para evitar su contaminación con otros materiales, y distribuirla sobre las zonas donde se hará la revegetalización.

En los sitios donde no se evidencien problemas de erosión y donde se pueda esperar una adecuada revegetalización natural, no es necesario realizar ningún tipo de revegetalización inducida.

Se pueden utilizar semillas de pasto donde el efecto erosivo no sea muy acelerado. En estos casos se debe regar el sembrado por lo menos dos veces al día en caso de no presentarse lluvias.

El revestimiento puede ser mediante la siembra de cuadros de césped fijados mediante estaconado o el revestimiento con tierra orgánica y la subsiguiente siembra de semillas de pasto.

#### **3.4.3. PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN**

##### **3.4.3.1. PROPAGACION VEGETATIVA – EMPRADIZACION**

La propagación vegetativa está especialmente relacionada con plantas herbáceas; para lograr esta propagación se utilizan estructuras especializadas, generalmente órganos subterráneos representados por un rizoma, un tubérculo o un cormo, que son separados de la planta madre, con el fin de inducir la formación de raíces y tallos de nuevas plantas.

#### 3.4.3.1.1. PROPAGACIÓN VEGETATIVA CON RIZOMA- CESPEDÓN

El rizoma es una estructura especializada del tallo, en la cual el eje principal crece horizontalmente, justo abajo o sobre la superficie del suelo.

En estas especies, el tallo aparece segmentado por la presencia de nudos y entrenudos. En cada uno se inserta una vaina de aspecto foliar que envuelve al tallo y que al expandirse forma el follaje de la planta. En las cercanías del nudo se desarrollan raíces adventicias y puntos de crecimiento lateral, dirigidos horizontalmente, formando grupos continuos de plantas de aspecto semejante a tapetes o almohadillas.

Para la propagación vegetativa, estos tapetes se separan manual o mecánicamente, técnica conocida con el nombre de cespedón.

#### 3.4.3.1.2. PROPAGACION CON SEMILLA AL VOLEO

Esta técnica de propagación se utiliza para especies herbáceas de rápido crecimiento, con semillas de tamaño pequeño y de fácil consecución, como la mayoría de los cereales (arroz, trigo, avena, cebada), el pasto raygras, pasto braquiaria, carretón, etc.

La técnica del voleo consiste en esparcir con la mano semillas sobre la superficie del suelo. Generalmente estas semillas, una vez diseminadas o regadas, no son cubiertas con suelo y su germinación es dependiente de la posibilidad de que éstas queden atrapadas entre los espacios que se forman entre terrón y terrón de suelo.

Previo al voleo de la semilla se requiere que el suelo haya sido removido y que su capa superficial se encuentre suelta, no puede realizarse ningún tipo de compactación ya que, como se dijo anteriormente, el éxito de la germinación depende de los espacios que haya en la superficie. Los suelos deben presentar cierto contenido de humedad de tal manera que permita la hidratación de la semilla y algún contenido de materia orgánica.

### 3. 5. REVESTIMIENTO DE TALUDES

Donde los planos lo indiquen, se deben ejecutar las obras necesarias para proteger los taludes de cortes o terraplenes de los efectos perjudiciales de la erosión.

En general la protección básica de los taludes contra la erosión, se ejecutará mediante la construcción de revestimientos en piedra pegada, empradizaciones o concreto lavado.

Los taludes húmedos deben drenarse mediante la construcción de filtros o lechos filtrantes y cunetas de coronación de acuerdo con los planos de construcción.

Cuando se construyan revestimientos o estructuras en concreto o piedra pegada, deben preverse un filtro longitudinal paralelo al muro en la parte posterior y dentro del cuerpo del revestimiento o muro, una serie de "lloraderos", separados no más de 2,00 metros el uno del otro, para permitir la evacuación de las infiltraciones.

Todos los trabajos de revestimiento de taludes se ejecutarán de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto para: "Obras en Concreto", "Drenajes" y "Empradizaciones".

### 3.5.1. ACABADOS EN PIEDRA PEGADA

#### 3.5.1.1. DESCRIPCIÓN

Este trabajo comprende el suministro y colocación de todos los materiales necesarios y la mano de obra para el revestimiento en piedra pegada con mortero, sobre los taludes de corte o de otras áreas del proyecto, según se indique en los planos.

#### 3.5.1.2. MATERIALES

El material granular que conforma la piedra a pegar puede ser aluvial o de cantera, de forma aplanada, con tamaños entre 10 cm y 20 cm en la dimensión mayor. El espesor de las piedras debe ser mínimo de 5 cm. El mortero a utilizar debe cumplir con lo estipulado en el capítulo "Obras en Concreto" de las especificaciones técnicas del proyecto.

#### 3.5.1.3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Consiste en cubrir con piedra pegada y mortero las áreas indicadas. Primero se limpian y perfilan las áreas a cubrir, luego se vacía un mortero similar al de alizado de pisos, se coloca la piedra previamente lavada y húmeda, libre de exudaciones, asentándolas de tal forma que los espacios en mortero entre ellas sean uniformes y la superficie final del área quede en las cotas indicadas en los planos y libre de promontorios o depresiones locales.

### 13.6. ESQUEMAS DE RECUBRIMIENTOS DE TALUDES Y EMPRADIZACIONES

