QUITO
EPMMOP

中国路桥工程有限责任公司
CHINA ROAD AND BRIDGE CORPORATION

ESTUDIO DEFINITIVO DEL "ACCESO A QUITO DESDE LOS VALLES ORIENTALES Y CONSTRUCCIÓN DEL PTE. GUAYASAMÍN"

TRAMO: INTERCONEXIÓN CALLE BOUSSINGAULT"

Longitud: 0.287 kilómetros

INFORME DE INGENIERIA

MARZO DEL 2016

PMV PROMANVIAL

CONSULTING CIA. LTDA.

Manuel Valdivieso, lote 54 y Av. Occidental
Email: r-delsalto@promanvial.com.ec
Quito - Ecuador

CHINA ROAD AND BRIDGE CORPORATION

PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO DEL "ACCESO A QUITO DESDE LOS VALLES ORIENTALES Y CONSTRUCCIÓN DEL PTE. GUAYASAMÍN"

TRAMO: INTERCONEXIÓN CALLE BOUSSINGAULT"

Longitud: 0.285 kilómetros

INFORME DE INGENIERÍA

INDICE

Página

1. **INTRODUCCIÓN** 1
   - 1.1 ANTECEDENTES 1
   - 1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO 1
   - 1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO 1
2. **ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA ESTABILIDAD DE TALUDES** 4
   - 2.1 ALCANCE Y OBJETIVO DEL ESTUDIO 4
   - 2.2 TRABAJOS REALIZADOS 5
   - 2.2.1 Trabajos de campo 5
   - 2.2.2 Trabajos de laboratorio 5
   - 2.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO 6
   - 2.3.1 Naturaleza y Perfil del Subsuelo 6
   - 2.3.2 Propiedades Mecánicas 6
   - 2.4 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA 6
   - 2.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES 7
   - 2.6 SELECCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CÁLCULO 7
   - 2.6.1 Parámetros de Resistencia al Corte 7
   - 2.6.2 Condiciones del agua subterránea 7
   - 2.6.3 Aceleración sísmica 7
   - 2.6.4 Cálculo de los Factores de Seguridad 9
   - 2.6.4.1 Casos analizados 9

2.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 11
2.7.1 Conclusiones 11
2.7.2 Recomendaciones 11
2.8 OBSERVACIONES 12

3. DRENAJE MENOR DE LA RAMPA DE ACCESO 13

3.1 RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE 13
3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO 14
3.3 COMPONENTES HIDROMETEOROLÓGICOS 14
3.3.1 Período de Diseño 14
3.3.2 Intensidades de lluvia 14
3.3.3 Área de aporte 15
3.3.4 Método racional 15
3.4 COMPONENTE HIDRÁULICO 16
3.4.1 Diseño Hidráulico 16
3.4.1.1 Velocidades en tuberías 16
3.4.1.2 Pozos de visita 17
3.4.1.3 Sumideros 17
3.5 DISEÑOS HIDRÁULICOS 18
3.6 CÁLCULOS HIDRÁULICOS 19
3.7 CANTIDADES DE OBRA 21
3.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 23

4. DISEÑO DEL PAVIMENTO 24

4.1 ALCANCE DEL TRABAJO 24
4.2 GENERALIDADES 24
4.2.1 Información de Suelos 24
4.2.2 Estimación de Tránsito 24
4.2.2.1 Numero de ejes equivalentes 24
4.3 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO 25
4.3.1 Diseño para la alternativa de pavimento flexible 25
4.3.2 Espesor de la estructura del pavimento 27
4.4 VERIFICACIONES DE TIPO Y CAPACIDAD DE SUELO Y CONFORMACION DE RELLENO 28
4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 29
4.5.1 Conclusiones 29
4.5.2 Recomendaciones 29

5. DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA 31

5.1 CRITERIOS DE DISEÑO 31
5.2 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO 31
5.3 CLASE DE CARRETERA 31
5.4 NORMAS DE DISEÑO 31
5.4.1 Velocidad Directriz 33
5.4.2 Radio Mínimo 33

5.4.3 Pendientes Máximas y Mínimas 33
5.4.3.1 Determinación de las curvas verticales 33
5.4.1 Peraltes 34
5.5 SECCIÓN TÍPICA ADOPTADA 37
5.5.1 Sección típica vía de 3 carriles (Carretera clase I) 37
5.5.2 Sección típica vía 5 carriles (Carretera clase I) 37
5.5.3 Sección típica vía 1 carril 38
5.5.4 Terminales de ramales o lazos 38
5.6 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS 43
5.6.1 Replanteo 43
5.6.2 Nivelación del Eje 43
5.6.3 Referencias 43
5.6.4 Diseño y dibujo del proyecto horizontal y vertical 43
5.7 ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL 44

6. DISEÑO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS 46

6.1 INTRODUCCIÓN 46
6.2 PROCEDIMIENTO SEGUIDO 46
6.3 DISEÑO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS 47

7. CANTIDADES DE OBRA 48

7.1 INTRODUCCION 48
7.1.1 Excavación y Relleno 48
7.1.2 Calzada 49
7.1.3 Drenaje (Obras de Arte Menor) 51
7.1.4 Resumen de Cantidades de Obra 51
7.2 PRESUPUESTO 53
7.3 OBJETIVO 53
7.4 PRESUPUESTO 53

ANEXOS:

Anexo A-2.1 Fotografías

Anexo A-2.2 Esquema de ubicación de muestreo

Anexo A-2.3 Calculo de capacidad de carga

Anexo A-2.4 Ensayos de laboratorio

Anexo A-4.1 Ensayos de campo y laboratorio, comprobatorios de la capacidad portante de la subrasante

Anexo A-6.1 Movimiento de tierras

Anexo A-6.2 Datos de laterales

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Para mejorar la situación del tráfico de la ciudad central y los valles orientales de Cumbayá, Tumbaco, así como el acceso al aeropuerto internacional Mariscal Sucre, se prevé construir Obras Nuevas como es el "ACCESO A QUITO DESDE LOS VALLES ORIENTALES Y CONSTRUCCIÓN DEL PTE. GUAYASAMÍN" que abarca desde la Plaza Argentina hasta el Intercambiador en la intersección de la Av. Simón Bolívar y Vía Interoceánica. Esta obra Nueva se complementará el túnel existente y se cubrirán las necesidades vehiculares existentes y futuras.

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El Objetivo principal del Estudio es ejecutar los estudios de factibilidad y los diseños definitivos de la solución vial Av. Eloy Alfaro y Shyris – Plaza Argentina - intercambiador de la Av. Simón Bolívar, **TRAMO: INTERCONEXIÓN CALLE BOUSSINGAULT,** materia de este presente informe, que comprende los estudios de gabinete, de investigaciones de campo y laboratorio, de acuerdo con los mejores criterios técnicos actuales y las mejores prácticas de la ingeniería, de manera que sean técnicamente aceptables por EMOOP-Q y convenientes para la ciudad.

1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto vial, Tramo: Interconexión calle Boussingault se localizan en el sector norte de la ciudad de Quito, como puede apreciarse en el mapa de ubicación (Gráfico G-1.1) y entre las siguientes coordenadas, referidas al Sistema TMQ WGS84, o ahora llamado SIRES DMQ WGS84:

Sitio	Latitud (m)	Longitud (m)	Elevación (m.s.n.m.)
Km 000 Inicio Rampa	9'978.868.169	502.389.588	2.793.220
Km 0+285.462 Fin rampa	9,978,954.369	502,465.998	2,763.560

El proyecto se desarrolla por un terreno considerado llano - montañoso, manteniendo las normas de diseño geométrico mínimas, no existe mayores problemas en cuanto se refiere a alineamientos horizontales y verticales, las alturas de corte son mínimas en cambio la altura de relleno máxima es de 10.97 metros, de tal forma que los taludes de corte y relleno no tienen bermas.

En el gráfico G-1.1 se muestra la ubicación general del proyecto y en el gráfico G-1.2 la ubicación particular del proyecto.

Gráfico G-1.1

UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Grafico G-1.2

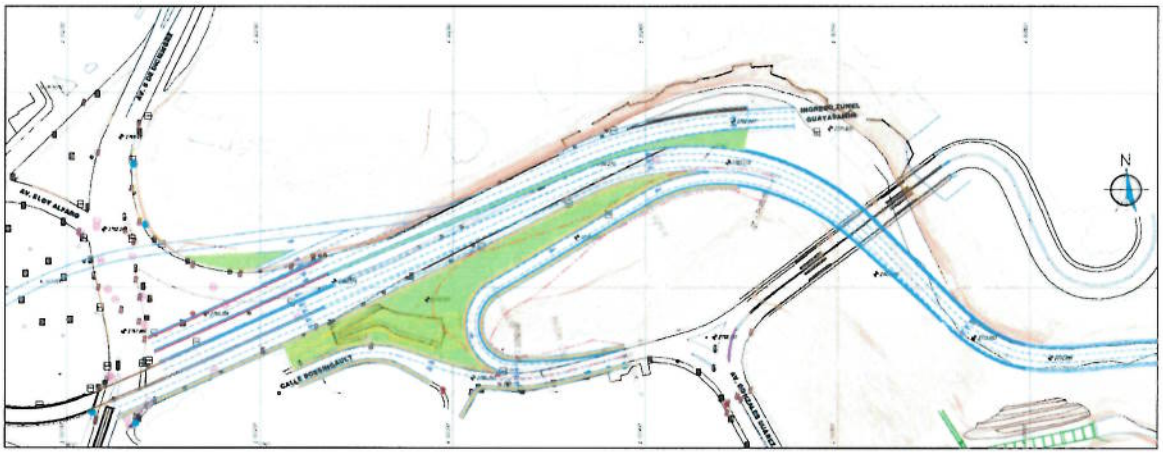
UBICACIÓN PARTICULAR DEL PROYECTO

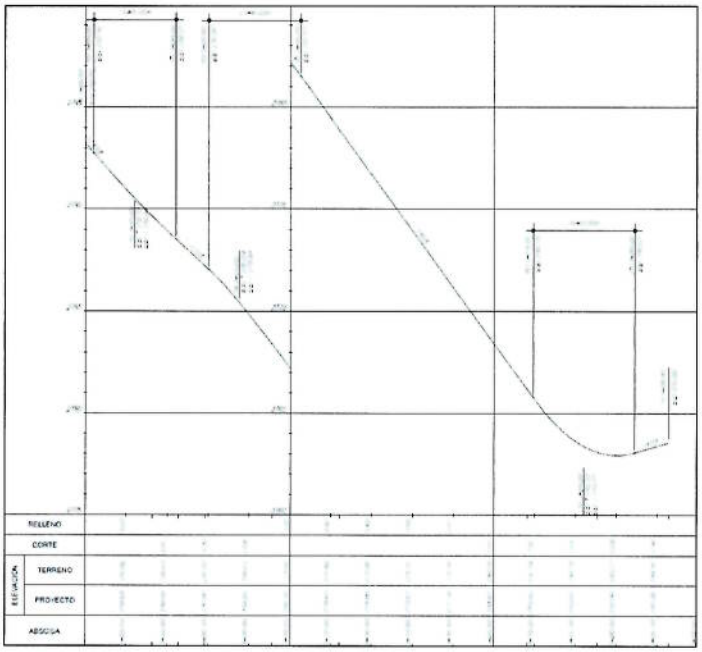
2. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA ESTABILIDAD DE TALUDES

2.1 ALCANCE Y OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo es realizar un estudio de estabilidad de la rampa vehicular que une la calle Boussingault con la Av. Interoceánica, como parte de una de las facilidades viales del Acceso Centro Norte de Quito.

El proyecto contempla la construcción preferentemente en relleno de la vía que llega a tener una gradiente longitudinal del 13.859%. La altura máxima de relleno está cerca de la abscisa 0+105 del proyecto con aproximadamente 12m de relleno, mientras que los taludes de corte más altos están cerca de la abscisa 0+280 con aproximadamente 7m.





Proyecto Vial

El análisis geotécnico realizado en base a trabajos de campo, laboratorio y oficina, tiene como objetivos específicos los siguientes:

- Determinar la naturaleza del subsuelo, por medio de la clasificación manual visual de los materiales encontrados y recuperados durante la ejecución de sondeos mecánicos a fin de elaborar perfiles geotécnicos que permitan visualizar la disposición de los diferentes estratos de suelo y la posición del nivel freático.

- Conocer las características físicas y geomecánicas de los diferentes tipos de suelos evaluando sus propiedades mecánicas, propiedades índices, características de resistencia, por medio de muestreos de campo y pruebas de laboratorio.

- Evaluar la capacidad de carga admisible del suelo.

- Evaluar y analizar la estabilidad del proyecto vial, verificar los factores de seguridad obtenidos ante condiciones estáticas y pseudoestáticas simulando la ocurrencia de un sismo.

- Determinar los elementos estabilizadores necesarios que garanticen la estabilidad de taludes y terraplenes.

2.2 TRABAJOS REALIZADOS

2.2.1 Trabajos de campo

Con el propósito de conocer las características del subsuelo de la ladera, se obtuvo 2 nuestras inalteradas cúbicas del suelo de subrasante de la vía y de cimentación del terraplén, adicionalmente se obtuvo una muestra integral de la escombrera cercana, paralela al túnel Guayasamín, de donde provendría el suelo de relleno para los terraplenes.

En el anexo A-2.2 del presente informe, se muestra un esquema de la ubicación de los muestreos.

Las muestras fueron clasificadas en sitio por el Ingeniero Jefe de Campo, mediante el método de Clasificación Manual Visual propuesto por el SUCS.

2.2.2 Trabajos de laboratorio

Con las muestras alteradas e inalteradas recuperadas durante el avance del sondeo se realizaron ensayos de laboratorio consistentes en:

- Contenido de humedad ASTM D-2216
- Granulometría por lavado ASTM D-422
- Límites de Atterberg ASTM D-4318

Los resultados obtenidos en estos ensayos, sirvieron para clasificar a los suelos de acuerdo al Sistema Unificado SUCS, lo cual permitió conocer la secuencia estratigráfica del subsuelo.

Con las muestras inalteradas tipo bloque se realizó ensayos de compresión triaxial UU (ASTM D-2850) para determinar las propiedades de resistencia al corte de los suelos.

Con la muestra integral se procedió a realizar un ensayo de compactación próctor modificado (ASTM D-1557) y un ensayo de compresión triaxial UU con probetas remoldeadas a partir de los datos del ensayo de compactación.

Los ensayos se llevaron a cabo de acuerdo con los procesos y normas vigentes especificados por el INEN y ASTM.

En el anexo A-2.4 se presentan los reportes de los ensayos de laboratorio.

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

Las observaciones realizadas durante los trabajos de campo, así como los resultados de las pruebas de laboratorio, permiten definir perfiles geotécnicos y propiedades geomecánicas del subsuelo.

2.3.1 Naturaleza y Perfil del Subsuelo

La subrasante y suelo de cimentación de terraplenes está compuesto principalmente por arcillas arenosas de baja plasticidad, color café, poco húmeda, dilatancia lenta, tenacidad media, resistencia seca media.

El suelo de la escombrera para la conformación de terraplenes fue clasificado como arena limosa no plástica, color café, húmeda, dilatancia rápida, tenacidad nula, resistencia seca nula.

2.3.2 Propiedades Mecánicas

Los valores de resistencia al corte han sido obtenidos, en función del ensayo de compresión triaxial rápido UU:

Cuadro C-2.1

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMNPRESIÓN TRIAXIAL UU

Sondeo	Prof. (m)	γ (kN/m³)	Ø (°)	c (kPa)
Bloque – 1	0.50 – 1.00	16.5	16.7	303.6
Bloque – 2	0.50 – 1.00	14.9	33.7	117.6
C – 1	0.50 – 1.00	17.8	46.7	196.4

2.4 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga ha sido evaluada utilizando los resultados de los parámetros de resistencia al corte de los suelos de subrasante actual.

Para la capacidad de carga por corte para el caso de cimentaciones superficiales, se ha evaluado utilizando los criterios propuestos por Vésic. La capacidad de carga admisible q_a se obtiene dividiendo la capacidad de carga última q_u entre un factor de seguridad FS de 3.

El cálculo de la capacidad de carga por corte se realizó en base a los valores de ángulo de fricción y cohesión obtenidos de los ensayos de compresión triaxial. Los resultados de este cálculo son suficientemente altos para efectos de cimentación del terraplén, como se puede ver en las memorias de cálculo adjuntas en el anexo A-2.3.

Como se ve, por efecto de capacidad de carga admisible del suelo no habrá limitantes, sin embargo, se deberá evaluar como parte del comportamiento de terraplenes las deformaciones que se esperan por efecto de las cargas y los módulos elásticos de los materiales.

2.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Se ha realizado un análisis de estabilidad de los taludes de corte del proyecto, los terraplenes y el proyecto mismo en sentido longitudinal, considerando las propiedades geomecánicas del suelo encontrado durante la investigación.

2.6 SELECCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CÁLCULO

2.6.1 Parámetros de Resistencia al Corte

Los Parámetros de resistencia al corte para el modelo de análisis han sido obtenidos de los ensayos de laboratorio de compresión triaxial realizados.

Se han modelado 2 estratos para el análisis respectivo, cuyas propiedades se detallan en la tabla a continuación:

Cuadro C-2.2

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS USADOS EN LOS MODELOS DE ANÁLISIS

Material	γ (kN/m³)	Ø (°)	c (kPa)
Suelo Natural	16.5	17	100
Relleno compactado para terraplén	17.8	40	190

2.6.2 Condiciones del agua subterránea

No se ha incluido en los modelos de análisis la presencia de agua subterránea en base a experiencias previas y las observaciones de campo.

2.6.3 Aceleración sísmica

Considerando que el proyecto se localiza en la Provincia de Pichincha, es decir Zona Sísmica V, por tanto, se establece un valor de aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad de 0.40g. Entonces se ha asumido un coeficiente de aceleración horizontal de 0.29g y el coeficiente de aceleración vertical de 0.05g, para los cuales un factor de seguridad mayor a 1.00 podría considerar estable a la ladera analizada.

La selección de un coeficiente de aceleración para el análisis pseudoestático se la hace en base al juicio del especialista, ya que no existe un método científico para hacerlo.

En el presente caso, la elección de los valores del coeficiente de aceleración horizontal se ha basado en los siguientes criterios:

a. El coeficiente de aceleración sísmica no es igual a la aceleración máxima del terreno (peak ground acceleration, PGA), ya sea probabilística o determinísticamente, y por lo tanto no debe ser usado en el análisis pseudoestático. El uso del PGA resultará en factores de seguridad excesivamente conservadores (Seed, 1979; Chowdhury, 1978).

b. La mayor parte de guías para la selección de valores del coeficiente de aceleración se basan en las investigaciones de Seed (1979) y de Haynes y Franklin (1984). Seed recomienda coeficientes de aceleración de 0.10 y 0.15 para sismos de magnitud 6.5 y 8.25 respectivamente, y considera que 1.15 es un factor de seguridad aceptable para que las deformaciones permanentes del talud sean lo suficientemente pequeñas.

c. Haynes y Franklin presentan recomendaciones considerando terraplenes en base a la amplificación en la cresta, a fin de identificar aquellos terraplenes que podrían sufrir deformaciones excesivas. La sugerencia es utilizar la mitad de la aceleración o más de la roca aplicada en la cresta del talud. El factor de seguridad aceptable en este caso se considera 1.

d. Otros autores y agencias han realizado investigaciones similares, las cuales se presentan en la siguiente figura:

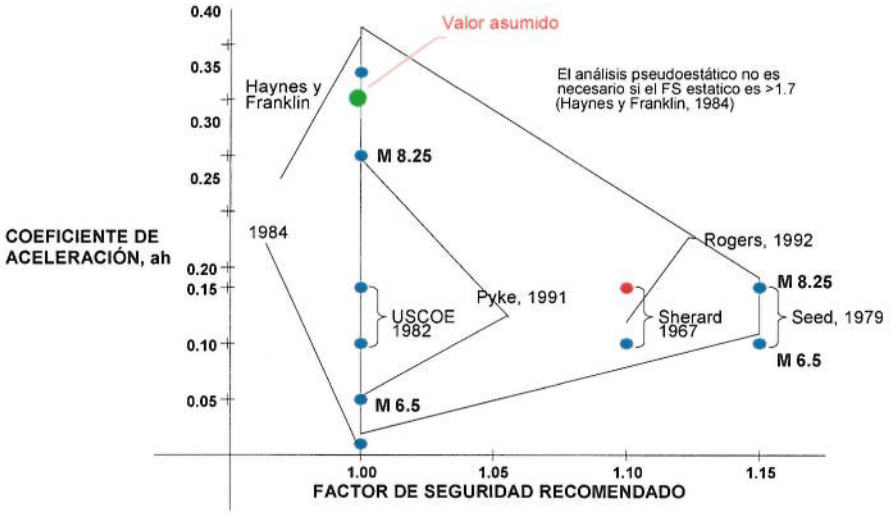


Figura. 1 Coeficientes de aceleración sísmica

e. Considerando todo lo anteriormente expuesto y criterios adicionales existentes, se ha asumido un coeficiente de aceleración horizontal en el presente caso de 0.29g, para los cuales un factor de seguridad mayor a 1.00 podría considerar estable el talud analizado.

2.6.4 Cálculo de los Factores de Seguridad

Utilizando un programa basado en el método de elementos finitos, se procedió a analizar la estabilidad de los taludes de proyecto en función de la topografía disponible, el diseño geométrico y las propiedades mecánicas de los suelos.

2.6.4.1 Casos analizados

Se ha analizado la estabilidad de los taludes del proyecto en 3 sitios específicos que corresponden al talud de corte más alto (0+105), terraplén más alto (0+280) y el perfil longitudinal de la rampa en el tramo 0+120 a 0+270 a ladera en su condición actual y generando un corte de 6m de altura simulando la construcción del proyecto.

En la siguiente tabla se muestra en resumen los resultados de factor de seguridad obtenidos en los análisis de estabilidad en cada caso, con la geometría analizada:

Cuadro C-2.3

FACTORES DE SEGURIDAD OBTENIDOS DEL ANÁLISIS

Descripción de la geometría analizada	Abscisa	FS estático	Fs Pseudoestático a_H=0.29g
Talud de relleno de mayor altura H=11m aprox, terraplén talud 1.5H:1V	0+105	4.27	2.00
Talud de corte de mayor altura H=7m aprox, 1H:2V	0+180	2.20	1.39
Perfil longitudinal del proyecto vial	-	6.15	1.77

A continuación, se muestran las salidas del análisis de estabilidad realizado:

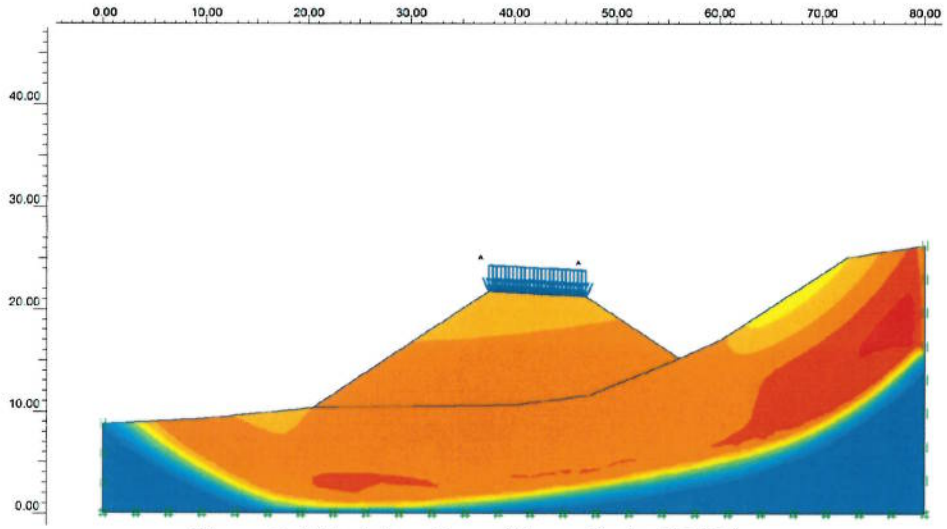


Figura 2. Talud de relleno (Terraplén 1. 5H:1V)
FS estático=4.27 / FS pseudoestático (a_H=0.29g) =2.0

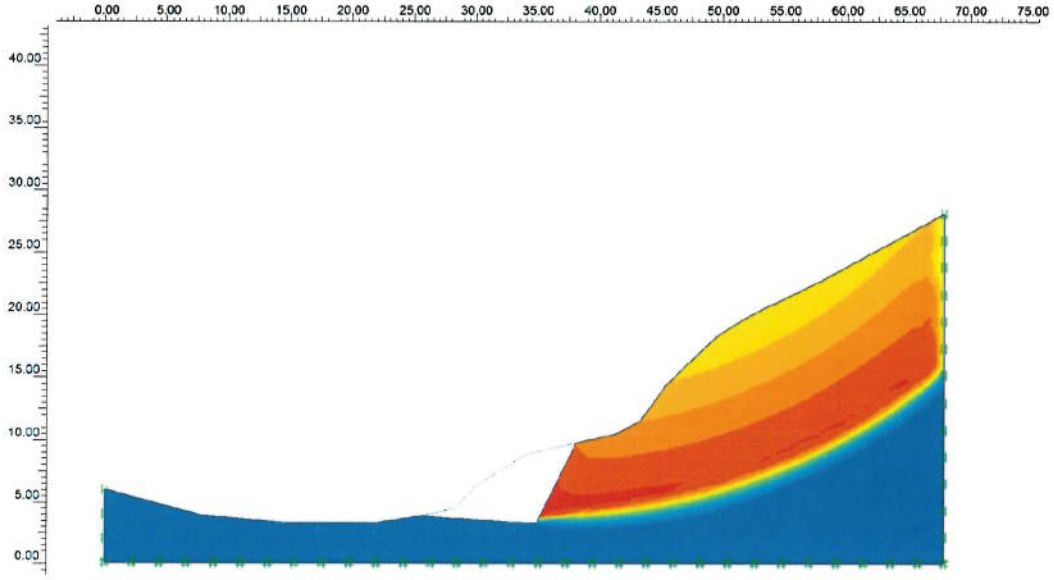


Figura 3. Talud de corte 1H:2V
FS estático=2.2 / FS pseudoestático (a_H =0.29g) =1.39

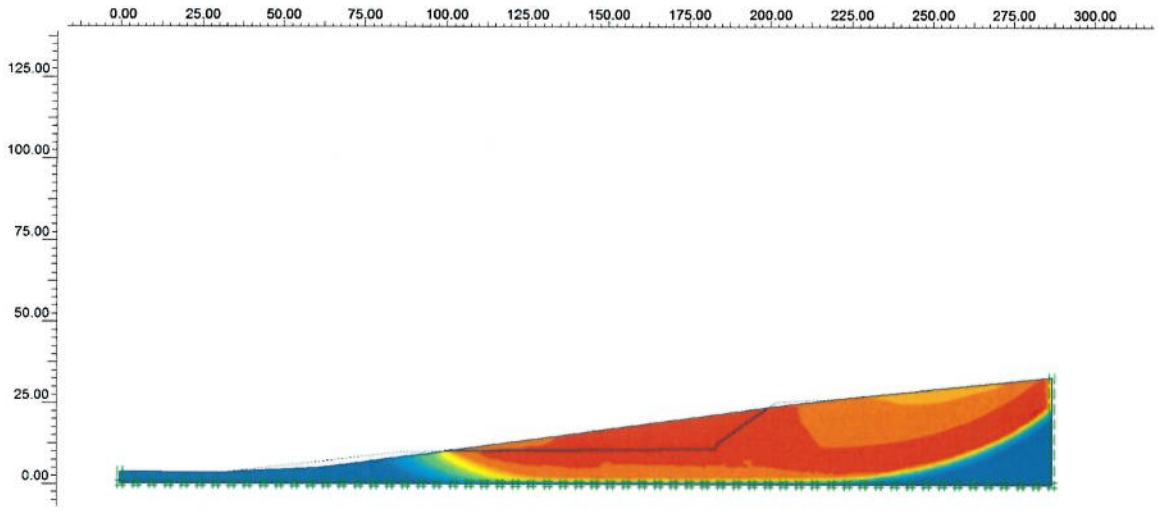


Figura 4. Proyecto Perfil Longitudinal
FS estático=6.15 / FS pseudoestático (a_H =0.29g) =1.77

2.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.7.1 Conclusiones

- El suelo de subrasante y el de cimentación de los terraplenes de la rampa está compuesto principalmente por arcillas arenosas de baja plasticidad, color café, poco húmedo, dilatancia lenta, tenacidad media, resistencia seca alta.

- El suelo de la escombrera paralela al túnel Guayasamín, de donde se tiene previsto obtener el material para los rellenos de los terraplenes de la rampa, se clasifica como arenas limosas no plásticas, color café, húmeda, dilatancia rápida, tenacidad nula, resistencia seca nula.

- De acuerdo con el ensayo de compactación próctor modificado el suelo del relleno tiene una densidad seca máxima de 1,651.7kg/m³ y una humedad óptima de 18.25%.

- El suelo de cimentación de terraplenes tiene suficiente capacidad de carga admisible por corte para soportar las cargas máximas previstas por efecto del relleno del terraplén.

- Las deformaciones esperadas del terraplén son en su gran mayoría de tipo elástico e inmediato, lo cual indica que los principales asentamientos del terraplén ocurrirán durante la etapa de construcción. Sin embargo, pueden ocurrir deformaciones adicionales por consolidación durante la operación del proyecto, las cuales se espera estén en rangos admisibles. Se estima que las deformaciones no superen los 5cm en su totalidad.

- Los factores de seguridad al deslizamiento de los 3 casos analizados, el relleno más alto, el corte más alto y el perfil longitudinal del proyecto son superiores a los recomendados tanto en el caso estático como pseudoestático, con lo que se puede concluir que el proyecto presenta estabilidad.

2.7.2 Recomendaciones

- Construir los rellenos de los terraplenes con material clasificado, libre de sobretamaño, escombros o impurezas, debidamente compactado a humedad óptima hasta alcanzar al menos el 95% de la densidad seca máxima del ensayo de compactación próctor modificado. La inclinación de los taludes de relleno se recomienda construir con inclinación 1. 5H:1V.

- Construir los taludes de corte con una inclinación de 2H:1V.

- Proteger contra la erosión tanto los taludes de corte como los taludes de relleno. Este recubrimiento puede realizarse con vegetación o con materiales geosintéticos adecuados para este propósito.

- El proyecto vial debe contar con sistemas de drenaje superficial que eviten la filtración de agua en los taludes y rellenos, y que evite la circulación de agua sobre la superficie expuesta de los taludes que podrían ser erosionados.

2.8 OBSERVACIONES

El presente informe ha sido elaborado con base en los trabajos de campo, laboratorio y oficina, para el proyecto "Rampa calle Boussingault" en caso de existir cambios considerables en el proyecto, se deberá comunicar a ésta consultora a fin de revisar las recomendaciones emitidas y si fuere necesario, emitir recomendaciones adicionales.

Quedamos a su disposición para aclarar cualquier duda que con respecto al presente informe usted tenga.

Ing. Cesar Landázuri Ludeña
ESPECIALISTA GEOTECNIA

3. DRENAJE MENOR DE LA RAMPA DE ACCESO

3.1 RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

Se procedió a recopilar, analizar y organizar la información y estudios existentes en la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), así como de aquellos que dispone la Consultora. Esta información incluye temas como: Parámetros de diseño para sistemas de alcantarillado (EPMAPS), cartografía (actual y de fechas anteriores), información de la infraestructura existente y levantada por el Sistema de información Geográfica de Alcantarillado de la EPMAPS (SIGAL) durante la actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el Distrito Metropolitano de Quito del año 2010.

Se definió, con el mayor detalle posible, la localización de las obras de infraestructura y servicios existentes que podrían interferir con el proyecto (vías, agua potable y alcantarillado) que puedan sufrir impactos por la construcción de obras e intervenciones a incluirse como parte de la solución.

Para la ejecución de los presentes trabajos se han revisado, entre otros, los siguientes documentos:

- "Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el Distrito Metropolitano de Quito", realizados por Hazen and Sawyer en el año 20108, donde se ha recopilado información básica sobre los colectores y redes existentes y se presenta una evaluación de su funcionamiento.
- Cartografía digital a escala 1:5.000 en la zona urbana, realizados por el IGM en el año 1996.
- Solución al sistema de drenaje y alcantarillado del Intercambiador de la Plaza Argentina y entrada al túnel de la vía Interoceánica (EPMAPS, 2007)
- Informes de Fiscalización, registros de ensayos y reportes específicos de la construcción del proyecto "Colector de Alivio de la Plaza Argentina, Túnel Emisario y Obras Adicionales", (EPMAPS, 2006)
- Estudios para el Intercambiador de la Plaza Argentina (el estudio original que contempla la construcción de pasos elevados y su posterior modificación mediante pasos deprimidos) (EPMAPS, 2003)
- Control de la escorrentía con la prolongación del Colector Iñaquito desde la Plaza Argentina hasta el río Machángara, (EPMAPS, 2005)
- Sistema de Información Geográfico de Alcantarillado, Catastro de Redes de Alcantarillado, realizado por la Gerencia de Operación y Mantenimiento, año 2007; SigAl.

El análisis de los documentos permitió el conocimiento básico de la zona para proyectar la solución más conveniente del drenaje menor de la rampa.

Se ha preparado dos planos en relación a la información recopilada. El primero indica las redes de alcantarillado existente, tanto de colectores principales como secundarios. El segundo indica las redes de agua potable existentes en la zona. En relación a este último plano, no se conoce la profundidad a la que se encuentran las tuberías catastradas por la EPMAPS, se dispone solamente de su ubicación en planta. Se observa que el proyecto vial no interferirá con ninguna de las dos redes, y se ha tenido el cuidado respectivo de proyectar el colector tratando de no cruzar con las redes existentes. Queda todavía la duda de la profundidad en la que se debe proyectar el tramo de colector desde el pozo C1-03 al pozo C1-04, debido a que por este tramo cruza una tubería de agua potable de 34" de asbesto cemento. El colector se ha proyectado a una profundidad de 3.10, para

disponer de un alto libre de 2.50m, espacio que se considera razonable para el cruce de la actual tubería. En caso de que se confirme en campo el cruce del colector con la tubería, el constructor deberá inclinar verticalmente y ligeramente el tramo indicado para evitar dicho cruce.

3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

Las bases y parámetros que se utilizaron para los diseños del drenaje menor en vías urbanas están normadas por la EPMAPS.

Estas bases de diseño se las presenta en función de los siguientes componentes del estudio:

- Hidrometeorológicos
- Hidráulicas

3.3 COMPONENTES HIDROMETEOROLÓGICOS

3.3.1 Período de Diseño

El Cuadro C-3.1 resume las recomendaciones para establecer el período de retorno de estructuras de alcantarillado:

Cuadro C-3.1

PERÍODO DE RETORNO PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADO

Estructura	Período de retorno (años)
Redes secundarias	10
Redes Principales	15
Colectores interceptores	25
Estructuras especiales de alcantarillado	50

Dada la importancia de la vía proyectada, el colector proyectado Juan Boussingault, es diseñado para una tormenta cuyo período de retorno es de 15 años.

3.3.2 Intensidades de lluvia

Para el presente estudio se utilizaron los valores de intensidad de lluvia calculados con la ecuación: "Quito Observatorio" (SISHILAD, 1998), que se indica a continuación:

$$I = \frac{48.657T^{0.09}}{t^{1.97}}\left[\ln(t+3)\right]^{5.234}\left[\ln T\right]^{0.21}$$

Donde:

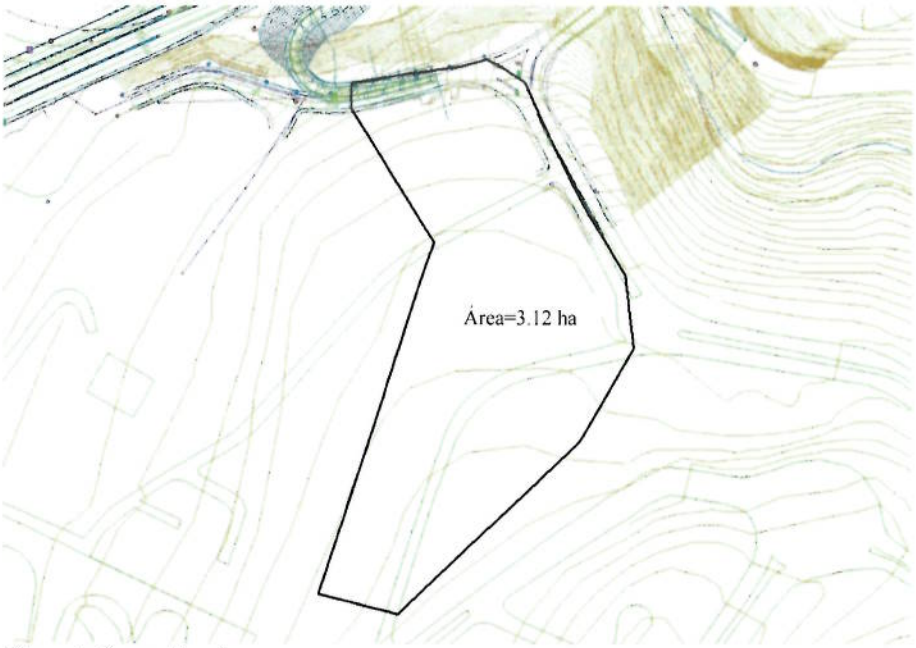
T = Período de retorno en años (25 años para este proyecto)
t = Duración de la lluvia en minutos
I = Intensidad en mm/hora.

3.3.3 Área de aporte

El área que aportará el flujo hacia la rampa proyectada, corresponde a 3.12 ha de zona urbana con un alto grado de ocupación. El área está cubierta en su totalidad por calles y viviendas consolidadas y bien organizadas.

Figura F-3.1

AREA DE APORTE



(Fuente Consultora)

3.3.4 Método racional

Para el cálculo de caudal de creciente se utiliza la ecuación:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{0.36}$$

Donde Q, es el caudal (l/s)
C, es el coeficiente de escurrimiento
I, es la intensidad de lluvia (mm/h)
A, es el área de aporte (ha)

El coeficiente de escurrimiento se tomará igual a 0.61 para los cálculos del caudal pico.

3.4 COMPONENTE HIDRÁULICO

3.4.1 Diseño Hidráulico

El colector de refuerzo proyectado se diseñó como canal a flujo libre a gravedad parcialmente lleno, alrededor del 80% de capacidad máxima a tubo lleno.

3.4.1.1 Velocidades en tuberías

Para el cálculo de las velocidades se utilizó la fórmula de Manning- Strickler, cuya expresión es:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)
I = Pendiente del conducto (m/m)
R = Radio hidráulico igual a la relación del área sobre el perímetro (m^2/m)
n = Coeficiente de Rugosidad de Manning.

Las velocidades de flujo deben mantenerse dentro de un margen adecuado, así. Las velocidades aceptables máximas no deberían exceder de 5.0 m/s y en un estado regular no deberían exceder de 7.0 m/s.

El coeficiente de rugosidad n adoptado para este estudio, son 0.01 para tubería PVC y 0.014 para colectores de hormigón armado, de acuerdo a las recomendaciones del siguiente cuadro C-3.2:

Cuadro C-3.2

CRITERIOS DE USOS DEL COEFICIENTE DE MANNING EN COLECTORES

Tipo de Conducto	Intervalo	n
Tubería de Hormigón Simple	0,012-0,015	0,013
Tuberías de Plástico o PVC corrugada	0,013	0,013
Tubería Termoplástica de interior liso o PVC	0,009-0,013	0,01
Colectores y tuberías de hormigón armado		
fundido en sitio	0,013-0,015	0,015
Ladrillo	0,014-0,019	0,016
Mampostería de piedra	0,017-0,020	0,018
Canal revestido con hormigón	0,013-0,015	0,015
Túnel revestido con hormigón	0,014-0,016	0,015

3.4.1.2 Pozos de visita

Para operaciones de mantenimiento del colector previsto se han proyectado pozos de visita con profundidades que no sobrepasan 4.0 m. Se prevé pozos convencionales, indicados en los planos respectivos como tipo B1 y tipo B2. La diferencia entre ellos consiste en el ingreso o salida de tubería PVC o colector de hormigón armado. Para seguridad de su visita y limpieza, se proyecta en la vereda lateral derecha, junto al borde interior del bombeo de la vía. En la zona de relleno, se ha evitado colocar obras de drenaje, por esto, se ubica los pozos de visita fuera de esta zona que permitirá proyectar el colector de manera independiente de la construcción de los rellenos de la rampa. El pozo de entrega C1-05, se reconformará de uno ya existente, que deberá aumentar su cuello para la entrega al colector "Prolongación Iñaquito deshabilitado". El constructor deberá confirmar las condiciones estructurales de este pozo existente para su ampliación.

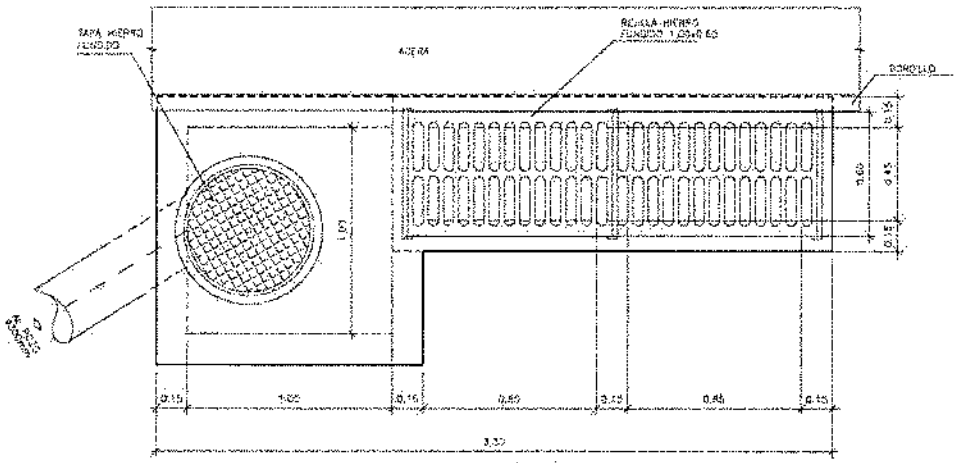
3.4.1.3 Sumideros

Los sumideros nuevos que se conectarán al colector propuesto corresponden a sumideros de calzada con rejilla como se indica en las Figuras F-3.2. Las descargas de los sumideros se harán a los pozos de revisión previstos.

Figura F-3.2

ESQUEMA DE SUMIDERO TIPO 2 UTILIZADO

SUMIDERO TIPO II(De Calzada)



PLANTA

Para captar los caudales de crecidas que escurrirán por la calle Juan Boussingault, se prevé la implantación de dos sumideros especiales tipo T4, conformado por 4 rejillas continuas. Se ha tomado en cuenta las altas velocidades del flujo por esta empinada calle y el arrastre de basuras que podrían llegar a tapar las rejillas.

3.5 DISEÑOS HIDRÁULICOS

Con la información recabada y los parámetros de diseño, se ha procedido a dimensionar un colector que drena los 3.12 ha de zona urbana para lo que se ha considerado:

El colector debe manejar velocidades adecuadas de flujo en una zona de pendiente empinada, esto se puede conseguirse únicamente con rugosidad artificial implantada en la solera del colector.

Por lo indicado el colector deberá ser de hormigón armado y con gradas en su solera para aumentar la rugosidad y con ello se aumente las pérdidas de energía y se controle las velocidades.

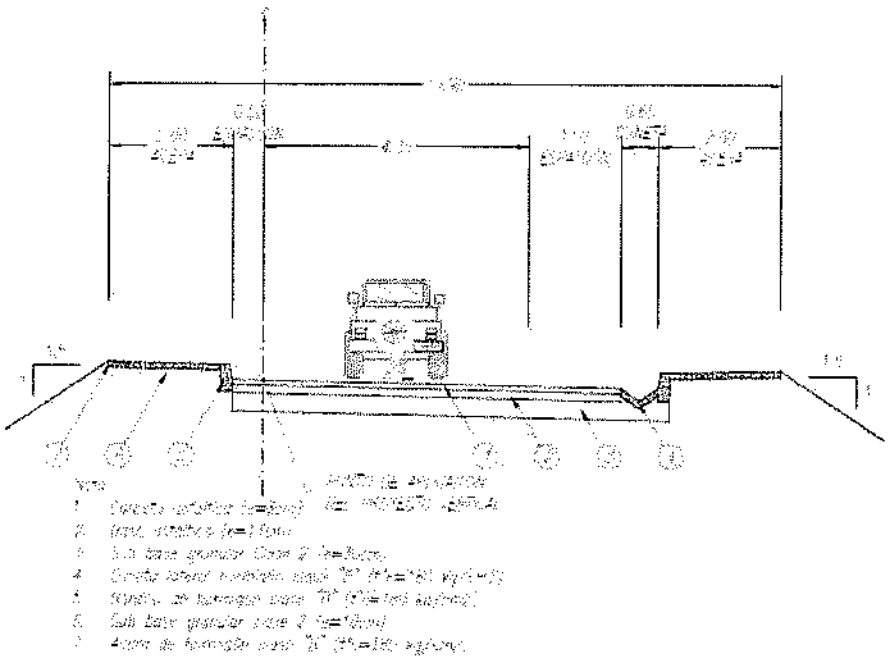
En los tramos de pendiente baja el colector se lo proyecta en tubería plástica.

El alta pendiente de la calle Juan Boussingault, obliga a la proyección de sumideros especiales que permitan captar 609 l/s. Esto se consigue mediante la proyección de sumideros con bocas de captación laterales o bocas de lobo.

Se proyecta una cuneta lateral que drena las aguas recolectadas por la calzada únicamente, las dimensiones necesarias para este objetivo corresponden a las mínimas constructivas. Se ha observado que una cuneta de 0.2 m de profundidad y 0.6 m de ancho de tipo triangular proyectada junto a la curva interior del firme y dentro de la vía, es suficiente para drenar la calzada. Ver Figura F-3.3

Figura F-3.3

SECCIÓN TÍPICA DE RAMPA



Por otro lado, se busca evitar cruzar las redes nuevas por puntos donde se ha identificado la presencia de redes de alcantarillado existentes o redes de agua potable.

3.6 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Se ha realizado los cálculos en hoja de cálculo Excel, el detalle se puede observar en los cuadros C-3.3 al C-3.6.

Cuadro C-3.3

CAUDALES DE DISEÑO

DESCRIPCION DEL TRAMO				AREA		CAUDAL PLUVIAL					CAUDAL DISEÑO
CALLE	POZO DE	POZO A	L m	Parcial A (ha)	Acum. A (ha)	A*C	Tc min	I mm/hr	I l/seg/ha	Qp (q1) Lts/s	(q1) lts/s
BOUSSINGAULT	C1-01	C1-02	40.00	3.12	3.12	1.9	10.00	115	320	609	609.4
BOUSSINGAULT	C1-02	C1-03	35.00	0.30	3.42	2.1	10.20	114	318	663	662.8
INTEROCEANICA	C1-03	C1-04	50.00	0.40	3.82	2.3	10.29	114	317	738	737.7
INTEROCEANICA	C1-04	C1-05	26.15	0.13	3.95	2.4	10.58	113	313	754	754.4

Cuadro C-3.4

CALCULOS HIDRAULICOS

DESCRIPCION DEL TRAMO			DISEÑO DE COLECTOR																		
CALLE	POZO DE	POZO A	D (calculado) m	B o D adoptado m	alto m	n	J %	TUBERIA LLENA A(secc.) m²	P m	Rh m	V m/seg	Q lts/s	TIEMPO DE FLUJO	Y/D	Y m	Area Mojada m²	Perimetro mojado. m	Radio Hidra m	Qdis/Q	v/V	v diseño (m/s)
BOUSSINGAULT	C1-01	C1-02	0.54	0.60	0.60	0.032	10.00	0.36	1.60	0.2000	3.38	1217	0.20	0.56	0.34	0.20	1.3	0.16	0.50	0.9	2.9
BOUSSINGAULT	C1-02	C1-03	0.44	0.60	0.60	0.037	48.00	0.36	1.60	0.2000	6.40	2305	0.09	0.38	0.23	0.14	1.1	0.13	0.29	0.7	4.6
INTEROCEANICA	C1-03	C1-04	0.58	0.60		0.010	1.00	0.28	1.88	0.1500	2.82	798	0.30	0.75	0.45	0.23	1.3	0.18	0.92	1.1	3.2
INTEROCEANICA	C1-04	C1-05	0.59	0.60		0.010	1.00	0.28	1.88	0.1500	2.82	798	0.15	0.77	0.46	0.23	1.3	0.18	0.95	1.1	3.2

Cuadro C-3.5

COTAS DE DISEÑO DEL COLECTOR

DESCRIPCION DEL TRAMO			COTAS				PROFUNDIDAD			TIPO
CALLE	POZO		PROYECTO VIAL AGUAS		COLECTOR SOLERA AGUAS		AGUAS		SALTO	DE TUBERIA
	DE	A	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA (m)	ABAJO (m)	(m)	
BOUSSINGAULT	C1-01	C1-02	2791.030	2786.850	2788.230	2784.230	2.800	2.720	0.50	HA
BOUSSINGAULT	C1-02	C1-03	2786.850	2770.300	2783.730	2766.930	3.220	3.370	-0.37	HA
INTEROCEANICA	C1-03	C1-04	2770.300	2770.000	2767.300	2766.800	3.000	3.200		PVC
INTEROCEANICA	C1-04	C1-05	2770.000	2770.000	2766.800	2766.538	3.200	3.462		PVC

Cuadro C-3.6

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA CUNETA

CUNETA TRIANGULAR		
TALUD 1		0.667
TALUD 2		0.667
ALTO LAMINA	(m)	0.085
ANCHO 1	(m)	0.128
ANCHO 2	(m)	0.128
AREA1	(m2)	0.005
AREA2	(m2)	0.005
AREA TOTAL	(m2)	0.011
PERIMETRO 1	(m)	0.154
PERIMETRO 2	(m)	0.154
Perimetro total	(m)	0.308
Radio hidráulico	(m)	0.036
Manning		0.016
Pendiente	(m/m)	0.080
Velocidad	(m/s)	1.912
Capacidad de cuneta	(l/s)	21
Tiempo de concentración:	min	5.00
Longitud	(m)	108
Ancho medio	(m)	10.00
Area	(ha)	0.108
Período de retorno	Tr(años)	15.00
Intendidad de lluvia	(mm/h)	114.46
Coeficiente de escurrimiento		0.610
Caudal	(l/s)	20.9

3.7 CANTIDADES DE OBRA

El cuadro C-3.7 resume la lista de rubros identificados, así como sus respectivos volúmenes de obra:

DRENAJE DE OBRAS DE ARTE MENOR
VOLUMENES DE OBRA
COLECTORES

Abscisa		Tubería de 300 mm (m)	Tubería de 400 mm (m)	Tubería de 500 mm (m)	Tubería de PVC 600 mm (m)	Tubería de Acero 1200 mm (m)	Tubería de Acero 1500 mm (m)	Sumideros Tipo ST2-2 (u)	Sumideros Tipo ST2-4 (u)	Pozos hasta 2 y 4.0m (u)	Pozos entre 4.0 y 6.0 m (u)	Hormigón f'c=280 Rapida (m3)	Hormigón f'c=280 Seccion (m3)	Hormigón f'c=180 Replantillo (m3)	Acero de refuerzo fy=4200(kg)	Excavación (m3)	Relleno (m3)
0	0+287.024				76,15			2	2	5	0	2,10	48,00	3,75	4259	749,98	399,70
TOTAL		0	0	0	76,15	0,0	0,0	2	2	5	0	2,10	48	3,75	4259	749,98	599,5532

		Cunetas de coronación			Cunetas laterales		Cunetas en berma		
Abscisa Inicio	Fin	Longitud (m)	Hormigón fc=180 (m3)	Excavación (m3)	Hormigón fc=180 (m3)	Excavación (m3)	Longitud (m)	Hormigón fc=180 (m3)	Excavación (m3)
+0	287.024	0	0,0	0,0	50,2	57,4	0,0	0,0	0,0
TOTAL(m)		0	0	0	50	57	0	0	0

CALCULO DE VOLUMENES DE OBRA DE COLECTORES

	Abscisado	Calle	Pozo de	Pozo a	Longitud (m)	B o D adoptado (m)	alto (m)	n	cortes Arriba (m)	cortes Abajo (m)	Salto (m)	Material	Espesor hormigon (m)	volumen fc=280 Seccion (m³)	replantillo fc=180 (m³)	Excavación (m³)	Relleno (m³)
7+000 A 8+000	COLECTOR LONGITUDINAL C6																
			C1-01	C1-02	40	0,60	0,60	0,03	2,80	2,72	0,50	HA	0,20	25,6	2,0	112,40	70,40
			C1-02	C1-03	35	0,60	0,60	0,04	3,22	3,37	-0,37	HA	0,20	22,4	1,8	117,08	80,33
			C1-03	C1-04	50	0,60		0,01	3,00	3,20		PVC				173,25	159,11
			C1-04	C1-05	26.153	0,60		0,01	3,20	3,46		PVC				97,26	89,66

Cuadro C-3.7

CANTIDADES DE OBRA

PROYECTO VIAL -RAMPA DE ACCESO
VOLUMENES DE OBRA
DRENAJE DE OBRAS DE ARTE MENOR

POZOS DE VISITA B1 Y B2				
Numero	CODIGO	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD
194	503-(2)	Hormigón estructural cemento portland fc=280 Kg/cm2 (Bajantes amortiguados salida alcantarillas)	m3	46,50
175	503-(6)e	Hormigón estructural cemento portland fc=180 Kg/cm2 (replantillos)	m3	1,38
201	609-5	Marcos, tapa y parrilla de hierro (nuevos) (tapas HF, D=50cm)	u	2*6
123	504-(1)	Acero de refuerzo en barras, fy=4200 Kg/cm2	Kg	22320,00
158	307-2(1)	Excavación y relleno para estructuras	m3	81,36
COLECTORES				
Numero	CODIGO	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD
136	609-(2)b	Construcción de pozos de revisión (2.0m < h = 4.0m); incluye tapa de hormigón	u	5,00
274	609-(1)c	Tubería de alcantarillado en plastico D=0.60 m.	m	76,15
284	604-(3A)b	Tubería PVC Diám = 20 cm para acople de estructuras-colector	m	12,00
224	604-(1A)a	Suministro y colocación tubería plástica Ø = 300 mm	m	8,00
158	307-2(1)	Excavación y relleno para estructuras	m3	749,98
SUMIDEROS				
Sumidero tipo lateral TIPO T2				
Numero	CODIGO	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD
195	503 (2)c	Hormigón estructural de cemento Pórtland Clase B fc = 280 Kg/cm2 - (colector)	m3	5,59
175	503-(6)e	Hormigón estructural cemento portland fc=180 Kg/cm2 (replantillos)	m3	0,26
123	504-(1)	Acero de refuerzo en barras, fy=4200 Kg/cm2	Kg	111,84
201	609-5	Marcos, tapa y parrilla de hierro (nuevos) (tapas HF, D=50cm)	u	2,00
Sumidero tipo lateral 2 TIPO T4				
Numero	CODIGO	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD
195	503 (2)c	Hormigón estructural de cemento Pórtland Clase B fc = 280 Kg/cm2 - (colector)	m3	11,18
175	503-(6)e	Hormigón estructural cemento portland fc=180 Kg/cm2 (replantillos)	m3	1,04
123	504-(1)	Acero de refuerzo en barras, fy=4200 Kg/cm2	Kg	223,60
201	609-5	Marcos, tapa y parrilla de hierro (nuevos) (tapas HF, D=50cm)	u	2,00
CUNETAS LATERALES				
Numero	CODIGO	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD
144	307-3(1)b	Excavación para cunetas laterales	m3	57
180	503 (6) E	Hormigón no estructural de cemento Portland, Clase E, f'c = 180 Kg/cm² - revestimiento para cunetas laterales	m3	50

3.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se ha recopilado importante información del drenaje de una zona de continua intervención por parte de la EPMAPS y de la EPMOP.
- Se ha proyectado un drenaje constituido esencialmente por un colector que debe drenar una zona urbana de 3.12 ha.
- Se incluye sumideros con rejillas de captación con bocas de entrada lateral tipo boca de lobo.
- Se proyecta un colector fuera de las zonas de relleno, lo que permite al constructor independizar los frentes de drenaje y de movimiento de tierras.
- Durante la construcción, es necesario precisar la ubicación del pozo de entrega al colector "Prolongación Iñaquito deshabilitado"
- Durante la construcción, es necesario precisar la profundidad de la tubería de 32" de asbesto cemento ubicada en el tramo C1-03 a C1-04.

Ing. Franklin Beltrán
ESPECIALISTA EN DRENAJE

4. DISEÑO DEL PAVIMENTO

4.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El alcance del trabajo comprende el diseño de la estructura de pavimento.

4.2 GENERALIDADES

A continuación, se presentan las etapas realizadas en el presente estudio para determinar los espesores de la estructura de pavimento:

a) Información suelos de subrasante
b) Información de tránsito.
c) Diseño de espesores de la estructura de pavimento por el método AASHTO 1993
d) Conclusiones y Recomendaciones.

En los próximos numerales se presenta la metodología detallada en cada una de las etapas seguidas en el estudio.

4.2.1 Información de Suelos

La subrasante de la solución vial estará conformada por suelos seleccionados del tipo SM (Arenas limosas) con índices de plasticidad bajos o nulos, con capacidades portantes buenas. Se estima con buena seguridad que los valores de CBR del material que conformara la solución vial supera el valor de 10%.

4.2.2 Estimación de Tránsito

La solución vial está considerada para la circulación de vehículos livianos. Se estima que actualmente el TPDA este alrededor de 3000 vehículos diarios. Dada la compleja situación de la movilidad en la ciudad de Quito, se estima un crecimiento vehicular muy bajo, estimándose que en 20 años el valor del TPDA alcanzara un máximo de 4500 vehículos al día.

4.2.2.1 Numero de ejes equivalentes

El complejo vial estará sometido a cargas livianas la mayor parte del tiempo, mismas que no generan un valor significativo de Número de Ejes de Carga Simples Equivalentes "Equivalent Single Axel Load"(ESAL); sin embargo, considerando que son vías de alto tráfico liviano que afectarían el flujo vehicular al momento de una reparación, se ha estimado un ESAL 4 millones de repeticiones, valor que cubrirá un periodo de diseño para más de 30 años sin necesidad de realizar reparaciones o reforzamientos estructurales, que afectarían cotas de bordillos y aceras que no son susceptibles de modificación.

4.3 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

La metodología utilizada en el diseño es la AASHTO 1993.

4.3.1 Diseño para la alternativa de pavimento flexible

La ecuación básica empleada para el diseño de pavimentos flexibles, derivada de la información obtenida empíricamente por la AASHTO ROAD TEST es:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_o + 9.36 \times \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log M_R - 8.07$$

Donde:

W_{18} = Número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas acumulado para el periodo de diseño.

ZR = Desviación estándar normal, igual a -1.645, correspondiente a una confiabilidad del 95% por tratarse de una vía rural concesionadas de alto tráfico.

S_0 = Error estándar combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del comportamiento, igual a 0.49.

Δ PSI = Diferencia entre el índice de servicio inicial (P_0) y el final (Pt), donde:

Nivel de servicio inicial (PSI Inicial) = 4.2, una vez rehabilitado.

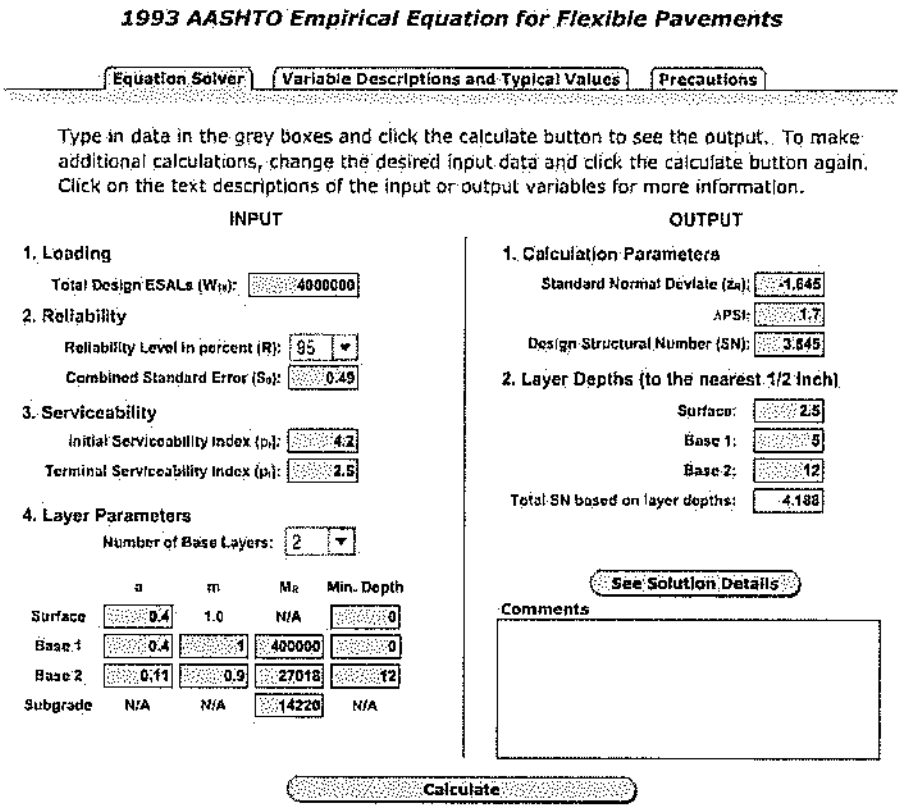
Nivel de servicio final (PSI final) = 2.5 para que antes de la intervención el pavimento no presente mayor grado de deterioro y que los trabajos de rehabilitación salgan adelante con un sello de fisuras, parcheo y refuerzo en concreto asfáltico.

M_R = Módulo resiliente de la subrasante promedio, correspondiente al CBR de la subrasante determinado para el diseño, para el caso del proyecto se toma el valor de CBR=10%, que corresponde a un módulo de elasticidad de 14220 psi.

SN = Número estructural requerido.

Para determinar el Número Estructural (SN) utilizamos la calculadora de diseño que se indica en la siguiente figura:

Figura 1.1 Calculadora de Diseño para pavimento flexible, período de 20 años.



La pantalla de la figura anterior contiene los datos de diseño. Más adelante se presentan las tablas con los Números Estructurales obtenidos con esta calculadora de diseño.

Los coeficientes estructurales fueron obtenidos de los ábacos de la Guía AASHTO 1993, para las condiciones exigidas en las especificaciones de construcción MOP-00F2002.

- **Capas asfálticas nuevas**

Si no se tiene conocimiento de los materiales granulares y asfálticos que se utilizarán en la mezcla asfáltica, es muy difícil la determinación del módulo de la misma, por lo tanto, es una estimación adoptar un valor de aproximadamente 400000 psi (28129 kg/cm^2). Según AASHTO el coeficiente estructural para este módulo dará un aporte estructural (a_1) de 0.4 por pulgada.

Para bases asfálticas se recomienda cumplir con las especificaciones del rubro **404-5. Bases de Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta, cumpliendo la granulometría de la faja B de la tabla 404-5.1.** de las Especificaciones Técnicas MOP-001F - 2002

Para capas de rodadura asfáltica se recomienda cumplir con las especificaciones del rubro 405-**5. Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta, cumpliendo la granulometría de tamaño máximo 3/4 pulgada de la tabla 405-5.1.** de las Especificaciones Técnicas MOP-001F - 2002

- **Sub base granular nueva**

Para las capas de Sub Base granular se recomienda cumplir con las especificaciones del rubro 403-**1. Sub-base de Agregados Clase 3, cumpliendo la granulometría de tamaño máximo 3 pulgadas de la tabla 403-1.1.** de las Especificaciones Técnicas MOP-001F - 2002, el CBR mínimo de 30%, que equivale a un aporte de 0.11 por pulgada. El coeficiente de drenaje se estima en 0.9

4.3.2 Espesor de la estructura del pavimento

Sobre la base de la información del diseño por el Método AASHTO-1993 indicado en el numeral anterior, en el siguiente cuadro se describe los espesores de la estructura, sus características mecánicas, los factores estructurales de cada capa y los factores de drenaje utilizados en el diseño.

ACCESO A QUITO DESDE LOS VALLES ORIENTALES Y CONSTRUCCIÓN DEL PTE. GUAYASAMÍN"
TRAMO: INTERCONEXIÓN CALLE BOUSSINGAULT"

DESCRIPCION DE LA CAPA	PARAMETROS	VALORES > 20 AÑOS
Subrasante Existente	Módulo (psi)	14220
Sub Base Clase 3	Módulo (psi)	27018
	Coef. Estrct.	0.11
	Coef. Drenaje	0.9
	Espesor (pulg)	12
Base Asfáltica	Módulo (psi)	400000
	Coef. Estrct.	0.4
	Coef. Drenaje	1
	Espesor (pulg)	5
Capa de Rodadura Asfáltica	Módulo (psi)	400000
	Coef. Estrct.	0.4
	Coef. Drenaje	1
	Espesor (pulg)	3
Equivalent Single Axle Load	ESAL	4.00E+06
NUMERO ESTRUCTURAL (SN)	Diseño	3.85
	Componentes	4.19
ESPESOR TOTAL	Pulgadas	20

4.4 VERIFICACIONES DE TIPO Y CAPACIDAD DE SUELO Y CONFORMACION DE RELLENO

Efectivamente, los suelos que conforman el relleno en la mayor parte de la longitud del proyecto están conformados por suelos granulares tipo SM y por suelos tipo ML en las transiciones de acceso al relleno.

La capacidad portante del suelo que conforma el relleno (muestra tomada en abscisa 0+160) supera la expectativa de diseño de CBR=10%, los resultados indican que el % de compactación alcanza el 95% especificado y los CBR del sitio deducidos en base a la densidad de campo superan el valor de CBR de diseño del 10%. Se realizó adicionalmente ensayos DCP (Cono de Penetración) para determinar indirectamente también la capacidad portante de la subrasante. En la siguiente tabla y grafico se resume los resultados de la verificación y los formularios de ensayos se incluyen en el Anexo A-4.1

ABSCISA (KM)	DESCRIPCION	CBR DCP	CBR deducido	DENSIDAD DE CAMPO	% COMPACTACION	TIPO DE SUELO
0+020	Acceso a Relleno	7.4	4.8	1474	86.9	ML/A-7-5
0+060	Acceso a Relleno	2.4				
0+110	Material de Relleno	26.8		1716	95.3	
0+160	Material de Relleno	25.2	36	1701	94.5	SM / A1-b

4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.5.1 Conclusiones

- Los suelos de la subrasante con los que se conformara el relleno del complejo vial están conformados por suelos areno limosos tipo SM de buena capacidad portante. Para el diseño se ha adoptado un valor de CBR=10%. Los resultados de la verificación indican que se ha logrado y superado el CBR de diseño.

- Los grados de compactación del relleno cumplen con requerido en las especificaciones MOP-001F-2002.

- Los accesos al relleno de la conexión de la calle Boussingault están conformados por materiales limosos de baja plasticidad contaminados con depósitos de basura y escombros. Estos materiales son inadecuados y deben ser reemplazados con material de préstamo importado con un CBR al menos del 10%.

- Se han diseñado la alternativa de pavimento flexible con un espesor que soportara hasta 4 millones de repeticiones del eje Equivalente de diseño (ESSAL). Esta estructura podrá cubrir con eficiencia eventuales cargas de trafico pesadas que puedan circular por cualquier congestión vehicular, siempre presentes por aspectos constructivos del intercambiador, desvíos de tráfico, etc. El espesor de la estructura diseñado es de duración casi perpetua si se construye con todos los estándares de calidad; de esta forma, no será necesario trabajos de reforzamiento estructural durante el periodo de diseño del proyecto que puede superar los 40 años.

4.5.2 Recomendaciones

- La compactación del terraplén debe garantizar una correcta compactación al menos 1 metro debajo de la cota de subrasante; de esta forma se garantiza el buen funcionamiento de la estructura diseñada.

- Los sectores de acceso al relleno en corte o cajero que contengan material inadecuado deben ser remplazados, al menos en una profundidad de 1 m., con material de préstamo importado que garantice al menos un CBR del 10%. Si luego del 1 m. aún se encuentra material inadecuado, se alcanzará una profundidad adicional hasta el 1.5 m.

- En los sectores de material inadecuado o contaminado con escombros o basura, luego de ejecutar el cajero se recomienda utilizar geomalla biaxial + geotextil no tejido, previo la colocación del material de préstamo importado

- Los espesores de las capas asfálticas son altamente sensibles al módulo de elasticidad de la mezcla, este módulo es a su vez también muy sensible a la temperatura de trabajo, por lo tanto, se recomienda que la Fiscalización solicite al constructor de la obra, presentar los diseños de la mezcla propuestos, con los materiales granulares y asfálticos aprobados para el proyecto, incluyendo los módulos de elasticidad a la temperatura promedio anual de trabajo.

- Se recomienda fuertemente que, durante la construcción de la estructura del pavimento, la fiscalización realice el control permanente mediante la medición de deflexiones que permitan retro calcular los módulos de las capas del pavimento, a medida que estas vayan concluyendo.

Los espesores obtenidos en el diseño son importantes; sin embargo, no debe descuidarse el control de calidad de la obra, ni las actividades de mantenimiento periódico y rutinario en el período de diseño.

Ing. Isaac Trujillo J.
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS

5. DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA

5.1 CRITERIOS DE DISEÑO

El Proyecto está ubicada en la provincia de Pichincha, el mismo que se desarrolla por un terreno llano-montañoso, está rodeado por taludes de las calles circundantes, la ladera del talud tiene pendientes transversales mayores al 50%, que no han impedido que se realice el diseño de la rampa de interconexión.

5.2 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

Dadas las características geomorfológicas del corredor, para el diseño geométrico, se ha considerado un solo tipo de terreno: montañoso, de acuerdo con la definición que se registra a continuación:

a. Carreteras en terreno Montañoso. - Tiene una pendiente transversal del terreno natural de 25 – 75 %. Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes, aunque no las máximas. Existe dificultad en el trazado y construcción de la obra básica.

5.3 CLASE DE CARRETERA

En base a las Normas del Ministerio de Obras Publicas y en función del tráfico se ha adoptado una sección transversal que se adapta a las condiciones topográficas existentes. Tratándose de vías a cielo abierto esta sección corresponde a dos tipos de vías para una carretera:

- Vía principal de 3 carriles desde la Plaza Argentina hasta la salida del Túnel Guayasamín, corresponde a una vía de salida de Quito.
- Vía de 5 carriles desde la salida del Túnel Guayasamín hasta el intercambiador Simón Bolivar.
- Vía de un carril para el Tramo: Interconexión calle Boussingault

5.4 NORMAS DE DISEÑO

Se adopta como normas de diseño las que tiene vigentes el Ministerio de Obras Públicas MTOP–2003 para estudios de carreteras y el Manual de Diseño MOP-001-E, para carreteras clase I de 1 calzada de 3 carriles en un sentido y 2 calzadas con 5 carriles en dos sentidos, las cuales se basan principalmente en las recomendaciones de la AASHO "A Policy on Design of Urban Higways and Arterial Streets" AASHTO-1973 y en experiencias que se tiene en el país.

La velocidad de diseño mínima adoptada es de 50 km por hora que corresponde a la existente, respetándose tanto los radios de curvatura como su pendiente longitudinal, parámetros válidos para determinar la velocidad de diseño. En los puentes la velocidad de diseño es de 50 km por hora.

En el Cuadro C-5.1 se presentan las Normas de Diseño recomendadas por el Ministerio de Obras Públicas; los valores límites se utilizaron en muy pocas oportunidades, adoptándose en aquellos sectores en que las condiciones topográficas así lo exigieron.

A continuación, se muestra un resumen de los valores mínimos de diseño geométrico:

Cuadro C-5.1

VALORES LÍMITES DE DISEÑO ADOPTADOS VÍA PRINCIPAL

Tipo de Terreno	Velocidad de Diseño (KPH)	Pendiente Máxima (%)	Radio Mínimo (m)	Peralte Máximo (%)
Montañoso	50	9	80	10

En el Cuadro C-5.2 se presentan las Normas de diseño recomendados por el Ministerio de Obras Públicas.

En los Cuadros C-5.3 y C-5.4, para las rampas de las soluciones viales, se presentan los valores recomendables de velocidad y de radios de curvatura con relación a la velocidad de diseño de la avenida principal que se desarrolla a nivel.

Cuadro C-5.3

VALORES RECOMENDABLES DE VELOCIDAD DE DISEÑO EN RAMPAS EN RELACION A LA VELOCIDAD DE DISEÑO DE LA CARRETERA PRINCIPAL

Velocidad de diseño de la vía (km)		50	60	70	80	90	100	110
Velocidad de diseño de la rampa (km)	Recomendable	50	55	65	70	80	85	90
	Mínimo	30	30	35	40	50	50	50
Radio mínimo correspondiente (m)	Recomendable	75	95	135	160	210	240	275
	Mínimo	25	25	35	45	75	75	75

Fuente: AASHTO. A Policy on Geometric Design of Rural Highways

Cuadro C-5.4

RADIOS MINIMOS PARA CURVAS EN RAMALES O LAZOS

Velocidad de diseño de la vía (km)	20	30	40	50	60	65
Factor de fricción lateral (f)	0.35	0.29	0.23	0.20	0.17	0.16
Peralte mínimo asumido (e)	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
Total (e+f)	0.35	0.31	0.27	0.26	0.25	0.25
Radio mínimo calculado (m)	9.00	22.86	46.66	75.71	113.39	133.07
Radio mínimo de diseño (m)	10.00	25.00	45.00	75.00	115.00	135.00
Velocidad promedio operación (km/h)	20	25	35	40	50	54

Fuente: AASHTO. A Policy on Geometric Design of Rural Highways

5.4.1 Velocidad Directriz

De acuerdo a las características geométricas en las vías existentes, en base a las condiciones topográficas y respetando las Normas vigentes, se ha establecido la velocidad de diseño mínima para esta carretera sea de 50 kilómetros por hora. Esta velocidad permite definir las características geométricas de todos los elementos del trazado en condiciones de comodidad y seguridad.

Para la rampa del Enlace Boussingault, se ha considerado que si la velocidad de la vía principal es de 50 Kph entonces la velocidad de la rampa sea de 30 Kph, lo que da una velocidad promedio de operación de 25 Kph.

5.4.2 Radio Mínimo

El radio de las curvas horizontales está en función de la velocidad directriz, del peralte máximo y del coeficiente de fricción lateral. La determinación del radio mínimo de las curvas horizontales se ha realizado en base al criterio de la AASHTO, criterio adoptado en las Normas del MOP.

El radio mínimo de las curvas horizontales para la vía principal será de: 80 metros para 50 kph. Para la rampa del Enlace Boussingault, se ha considerado que el radio mínimo sea de 25 metros, por tanto, el peralte máximo se fijó en 4%.

5.4.3 Pendientes Máximas y Mínimas

En la vía principal la pendiente longitudinal será de 9% para terreno montañoso, aceptándose en longitudes cortas menores a 500 metros, aumentar la gradiente en 2 % en terrenos montañosos.

El alineamiento vertical para el enlace Boussingault se mantuvo dentro de las normas recomendables con una gradiente máxima del 12.0%, con excepción de un tramo de aproximadamente 110 m en la rampa que tiene una pendiente del 13.85%, si bien las normas aceptan en casos excepcionales hasta el 12% tratándose de rampas, este caso excepcional se da por cuanto es un enlace entre dos puntos prácticamente fijos lo que impide tener un mayor desarrollo para bajar el valor de la pendiente, está pendiente máxima eso sí está en el rango permitido por las normas MTOP-2003 en donde indica que para caminos vecinales la pendiente máxima será del 14%.

5.4.3.1 Determinación de las curvas verticales

Las longitudes de las curvas verticales se han obtenido en base a las siguientes expresiones:

Curvas verticales Convexas $L=K.A$
Curvas verticales Cóncavas $L=K.A$

Siendo:

A = Diferencia algebraica de las gradientes
K = Relación de la longitud de la curva en metros por cada tanto por ciento de la diferencia algebraica de las gradientes.

En el cuadro C-5.5 se indican los diversos valores de K para las diferentes velocidades de diseño para curvas verticales convexas y cóncavas.

Cuadro C-5.5

CURVAS VERTICALES CONVEXAS Y CONCAVAS MÍNIMAS

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad para parada (m)	Curvas Verticales Convexas Mínimas Coeficiente "K" = S2/426		Curvas Verticales Côncavas Mínimas Coeficiente "K" = S2/122+3.5 S	
		Calculado	Redondeado	Calculado	Redondeado
50	60	8.4	8	10.8	11
60	75	13.2	13	14.6	15
70	90	19.0	19	18.5	18
80	110	28.4	28	23.8	24

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003

5.4.1 Peraltes

En función de la velocidad de diseño y de los radios de curvatura se determina el peralte en porcentajes con cierto grado de variación, los mismos que se indican en el cuadro C-5.6. La longitud de desarrollo fue establecida de acuerdo a las gradientes longitudinales para la sobre elevación del borde exterior de la rampa.

Cuadro C-5.6
Variación del peralte (en porcentaje) para ramales y lazos

Radios (m)	Velocidad de diseño (km/h)					
	25	30	40	50	60	70
15	2-12					
30	2-7	2-12				
45	2-5	2-8	4-12			
70	2-4	2-6	3-8	6-12		
95	2-3	2-4	3-6	5-9	8-12	
130	2-3	2-3	3-5	4-7	6-9	9-12
180	2	2-3	2-4	3-5	5-7	7-9
305		2-3	2-3	3-4	4-5	5-6
460			2	2-3	3-4	4-5
610			2	2-3	2-3	3-4
915				2	2	2-3

Fuente: AASHTO. A Policy on Geometric Design of Rural Highways

Nota: Es preferible utilizar peraltes mayores a la mitad o dos tercios del rango señalado.

En Cuadro C-5.7 se indican para la vía principal (4 carriles) los valores de peraltes, sobreanchos y longitudes de desarrollo del peralte, así como el valor X para diferente radio de curvatura y velocidad de diseño (50 km/h).

Cuadro C-5.2
VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCION

NORMAS	CLASE I 3.000 - 8.000 TPDA (1)						CLASE II 1.000 - 3.000 TPDA (1)						CLASE III 300 - 1.000 TPDA (1)						CLASE IV 100 - 300 TPDA (1)						CLASE V MENOS DE 100 TPDA (1)					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (k.p.h)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 (9)	60	50	40	50	35	25 (9)
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 (9)
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	585	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110
Peralte	MAXIMO = 10 %																		10 % (Para V > 50 KPH) 8 % (Para V < 50 KPH)											
Coeficiente "K" para : [2]																														
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3
longitudinal [3] máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal [4] mínima (%)	0.50%																													
Ancho de pavimento (m)	7.30			7.30			7.00			6.70			6.70			6.00			6.00						4 [5]					
Clase de pavimento	Carpeta asfáltica y Hormigón						Carpeta asfáltica						Carpeta asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B Capa granular o Empedrado						Capa granular o Empedrado					
Ancho de espaldones [5] estables (m)	3.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	3.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	1.5	1.0	0.5	0.6 (C.V. Tipo 6 y 7)						-					
Gradiente transversal para pavimento (%)	2.0						2.0						2.0						2.5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4.0					
																			4.0 (C.V. Tipo 5 y 5E)											
Gradiente transversal para espaldones (%)	2.0 [6] - 4.0						2.0 - 4.0						2.0 - 4.0						4.0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						-					
Curva de Transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																													
Puentes — Carga de diseño	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																													
Puentes — Ancho de la calzada (m)	SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																													
Puentes — Ancho de aceras (m) [7]	0.50 m mínimo a cada lado																													
mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																													
LL = TERRENO PLANO O= TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																														

1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico proyectado a 15-20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7.000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una Autopista. Las Normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 KPH más para clase de terreno. Para el diseño definitivo debe considerarse el numero de vehículos equivalentes.
2) Longitud de las curvas verticales: L = KA, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algébrica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales. L = 0.60 V, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
3) En longitudes cortas menores a 500 m, se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 500 m.
4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m a 6 m de altura, previo análisis y justificación.
5) Espaldon pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. Se ensanchara la calzada 0.50 m más cuando se prevé la instalación de guardacaminos
6) Cuando el espaldon está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
7) En los casos en que haya bastante tráfico de peatones, usense dos aceras completas de 1.20 m de ancho
8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular
9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar V_D = 20 km/h y R = 15 m, siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA : Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearan cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas "Absolutas" para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

Cuadros C-5.7

CUADRO DE PERALTES, SOBREANCHOS Y LONGITUDES X, L PARA EL DESARROLLO

Velocidad de diseño (Kph)	50	Gradiente Longitudinal	0,65
Ancho de via (m)	7,00	Pendiente de la via (%)	2
		Peralte maximo (%)	10

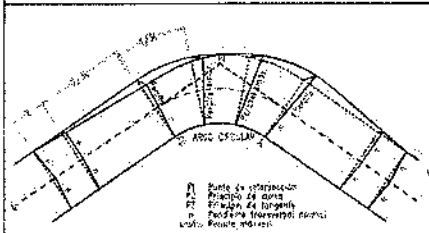
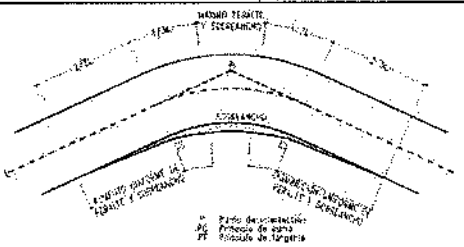


DIAGRAMA DE TRANSICION DEL PERALTE
CURVA CIRCULAR



TRANSICION DEL PERALTE Y SOBREANCHO
CURVA CIRCULAR

Radio (m)	Peralte (%)	Sobreancho (m)	X (m)	L (m)	2/3 L (m)	1/3 L (m)
80	10,0	1,15	11	72	48	24
110	9,1	0,91	11	62	41	21
115	8,9	0,88	11	60	40	20
150	7,9	0,73	11	51	34	17
160	7,7	0,70	11	50	33	17
200	6,6	0,60	11	42	28	14
210	6,4	0,58	11	40	27	13
250	5,5	0,51	11	34	23	11
300	4,7	0,45	11	29	19	10
350	4,1	0,41	11	25	16	8
400	3,6	0,38	11	21	14	7
460	3,2		11	17	11	6
500	2,9		11	16	10	5
600	2,5		11	13	9	4
700	2,1		11	11	8	4
750	C.P		11	11	7	4
800	S.N					

S.N = Seccion Normal C.P = Curva con Peralte

5.5 SECCIÓN TÍPICA ADOPTADA

Se ha establecido una sección transversal que está de acuerdo al tipo de terreno, que dispone de un ancho de carril, espaldones internos y espaldones externos únicos, esto permite elevar el nivel de servicio vehicular, un aumento de seguridad de operación y una reducción de accidentes.

5.5.1 Sección típica vía de 3 carriles (Carretera clase I)

La sección típica adoptada como una **carretera case I a cielo abierto** define los siguientes parámetros:

- Se adopta una calzada de 10.50 metros, con 3 carriles de 3.50 metros cada uno. La pendiente transversal adoptada es de 2 por ciento, con pendiente única desde el eje de la calzada hacia la parte externa de los espaldones.

- El ancho de los espaldones externos de las calzadas se fijó en 0.50 metros, en vista de las condiciones topográficas existentes, de la posibilidad de utilizar al máximo el ancho construido y de la velocidad de diseño, la inclinación transversal también es del 2 por ciento.

- Junto a los espaldones externos se construirán cunetas de hormigón de 1.00 metros, este ancho puede variar por exigencias de drenaje.

- El punto de aplicación del proyecto vertical corresponde al eje normal de la vía, punto referencial para realizar el giro de los peraltes en las curvas horizontales.

- Se ha considerado un ancho adicional de 0.50m en todos los rellenos con el objeto de tener un ancho adicional que permita tener una buena compactación en los bordes y que evite futuros deslizamientos especialmente por la erosión y acción de los vientos.

5.5.2 Sección típica vía 5 carriles (Carretera clase I)

La sección típica que corresponde a una **vía de 5 carriles** define los siguientes parámetros:

- Para una calzada de 3 carriles, se adopta un ancho de carril en 3.50 metros, de esta forma, el ancho de la calzada será de 7,00 metros. Para una calzada de 3 carriles, se adopta un ancho de carril de 3.50 metros cada uno, de esta forma, el ancho de la calzada será de 10.50 metros. La pendiente transversal adoptada es de 2 por ciento, con pendiente única hacia la parte externa de las calzadas.

- El ancho de los espaldones externos de las calzadas se fijó en 0,50 metros, en vista de las condiciones topográficas y de la velocidad de diseño. La inclinación transversal también es del 2 por ciento. Este ancho de espaldón puede variar de acuerdo a la ubicación de construcciones

- Se ha previsto espaldones internos de las calzadas, se fijó en 0,50 metros, en vista de las condiciones topográficas y de la velocidad de diseño. La inclinación transversal también es del 2 por ciento. Este ancho de espaldón también puede variar de acuerdo a la ubicación de construcciones

- Junto a los espaldones externos se construirán cunetas de hormigón de 1.00 metro de ancho.

- En el eje de las calzadas se construirá una faja divisoria central de 1,00 metros de ancho, delimitada con bordillos.

- Se ha considerado un ancho adicional de 0.50m en todos los rellenos con el objeto de tener un ancho adicional que permita tener una buena compactación en los bordes y que evite futuros deslizamientos especialmente por la erosión y acción de los vientos.

5.5.3 Sección típica vía 1 carril

- Se adopta una calzada de 5.50 metros, con un carril de 4.30 metros cada uno. La pendiente transversal adoptada es de 2 por ciento, con pendiente única desde el eje de la calzada hacia la parte externa de los espaldones.

- El ancho del espaldón interno de la calzada se fijó en 0.50 metros, en vista de las condiciones topográficas existentes y de la velocidad de diseño, la inclinación transversal también es del 2 por ciento.

- El ancho del espaldón externo de la calzada se fijó en 1.50 metros, en vista de las condiciones topográficas existentes y de la velocidad de diseño, la inclinación transversal también es del 2 por ciento.

- Junto al espaldón externo se construirá una cuneta de hormigón de 0.60 metros, este ancho puede variar por exigencias de drenaje.

- Junto al espaldón interno y cuneta externa se construirán aceras de hormigón de 2.00 metros, este ancho puede variar por exigencias de drenaje.

- El punto de aplicación del proyecto vertical corresponde al eje normal de la vía, punto referencial para realizar el giro de los peraltes en las curvas horizontales.

El ancho de pavimento de 4.30 metros con espaldón interno de 0.50 metros y espaldón externo de 1.50 metros para rampas que llevan tráfico en un solo sentido, permite la posibilidad de rebasar a un vehículo estacionado y garantiza una operación continua en la rampa.

En el cuadro C-5.8 se registran los principales elementos que conforman las secciones transversales

En los Gráficos G-5.1 al G-5.3 se presenta la sección transversal típica.

5.5.4 Terminales de ramales o lazos

Se ha definido como terminales de ramales o lazos, aquella porción adicional de vía que se desarrolla a un lado de la vía, tanto a la entrada como a la salida hacia el ramal, como a la entrada del ramal en la vía principal, que incluye los carriles de cambio de velocidad.

Existen dos tipos de carriles de cambio de velocidad, el paralelo y esviajado; se ha utilizado el segundo. Este tipo consiste en una salida hacia el ramal o lazo, o una entrada desde estos hacia la

carretera, mediante una variación en la alineación del borde de la calzada, con una deflexión bastante pequeña.

El tipo esviajado de entrada o salida permite una operación sin interferencias aún con volúmenes de tráfico tan altos como los registrados para un nivel de servicio E (capacidad).

Las normas recomiendan para autopistas y carreteras principales un esviajamiento 50:1 (distancia longitudinal para cada unidad de desplazamiento transversal). Cuando se trate de un desarrollo en una zona urbana se ha considerado esviajamientos mínimos de 15-20:1

Cuadro C-5.8

SECCIÓN TRANSVERSAL

CARACTERISTICAS	DOS CARRILES	CINCO CARRILES	RAMPA UN CARRIL
Número de calzadas	1	2	1
Número de carriles	2	5	1
Ancho calzada	7.00	7.00-10.50	6.30
Ancho carril	3.50	3.50	4.30
Ancho parterre central	-	1.00	-
Espaldones internos	0.50	0.50	0.50
Espaldones Externos	0.50	0.50	1.50
Cuneta lateral en corte	1.00	1.00	-
Cuneta lateral en relleno	1.00	1.00	-
Cuneta lateral en rampa			0.60
Pendiente transversal calzada %	2.0	2.0	2.0
Pendiente transversal espaldón %	2.0	2.0	2.0
Ancho adicional en relleno	0.50	0.50	-
Ancho aceras	-	-	2.00
TOTAL SECCIÓN MIXTA	10.50	23.00	10.90

Gráfico G-5.1

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA TRES CARRILES

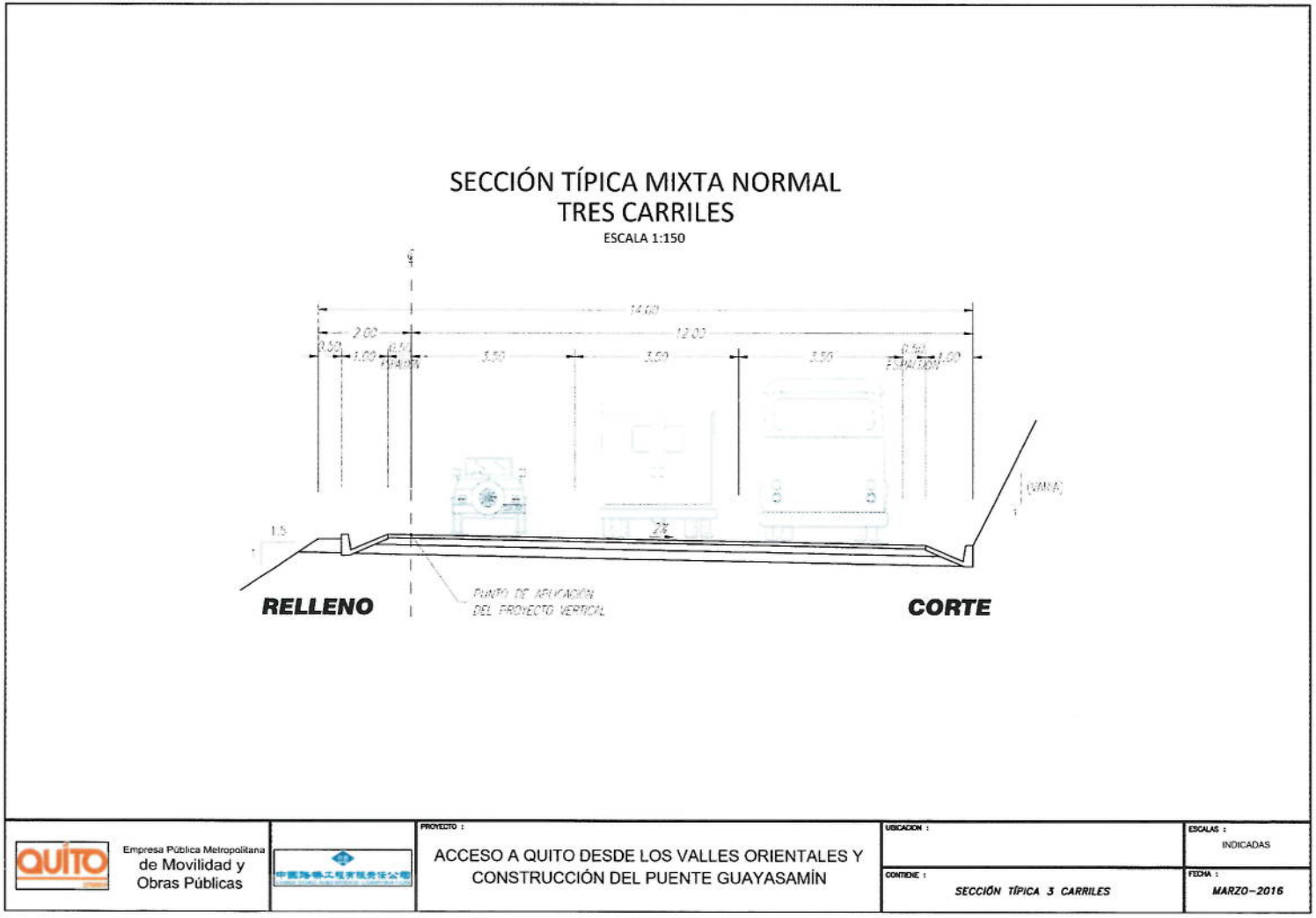


Gráfico G-5.2

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA CINCO CARRILES

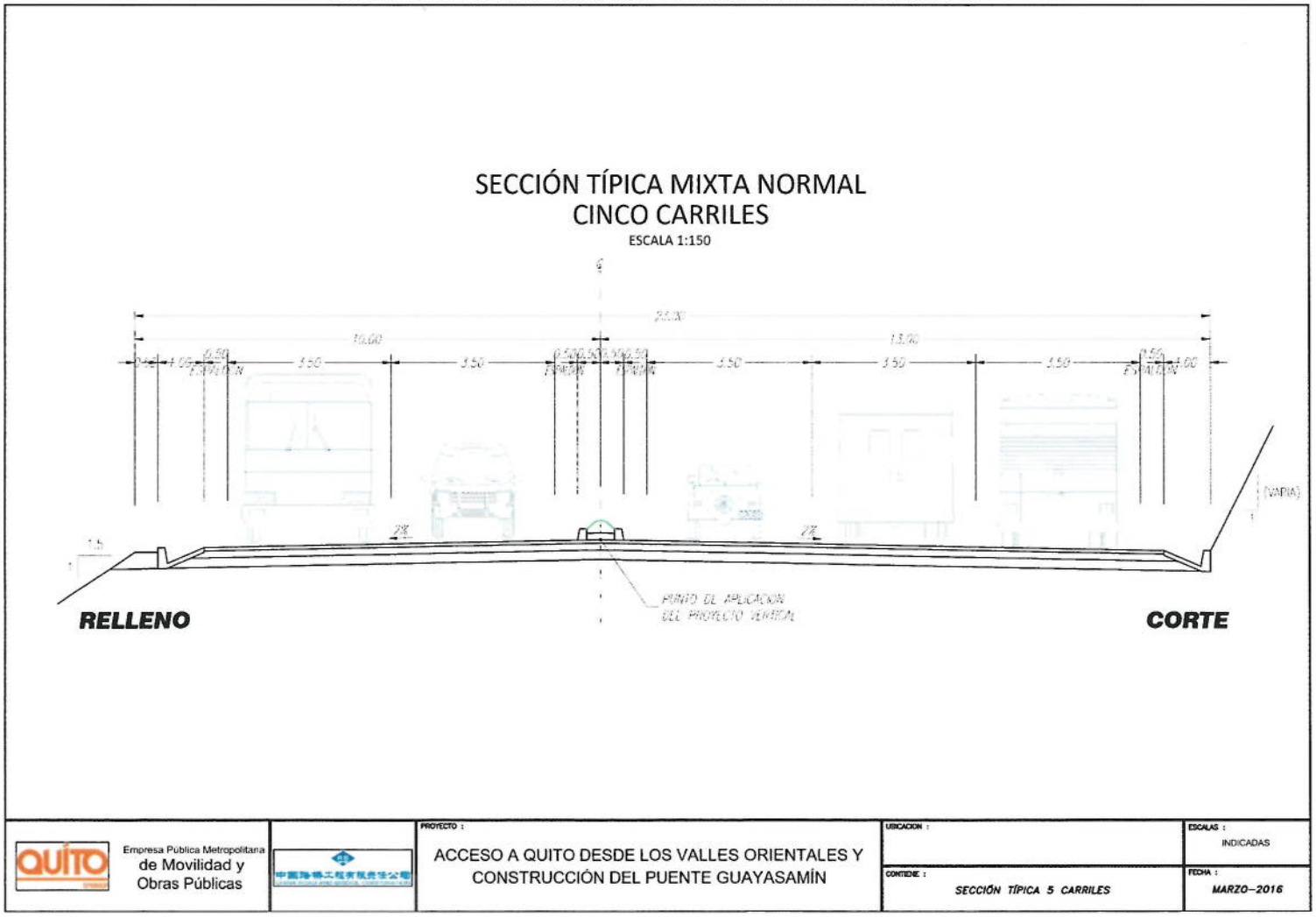
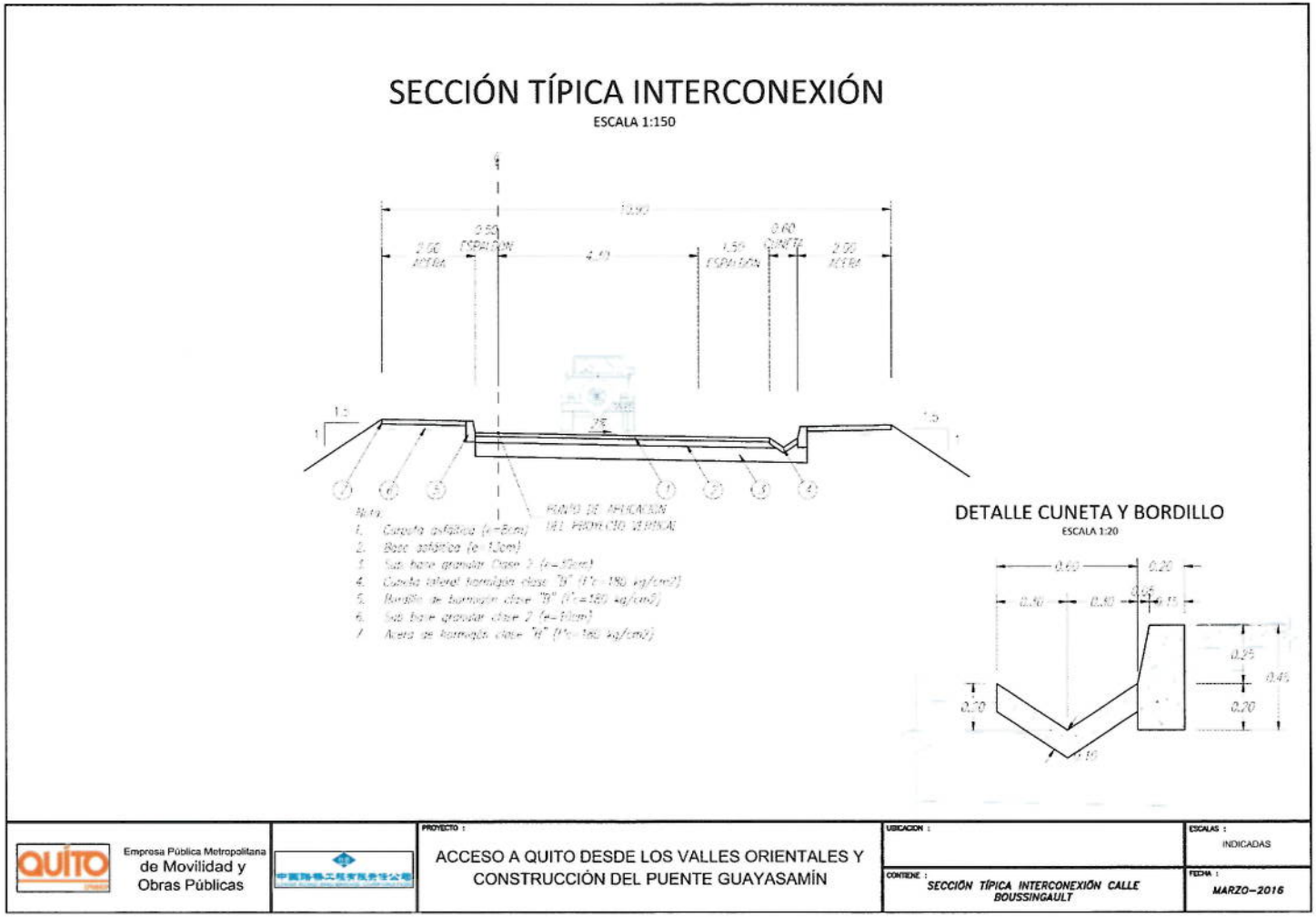


Gráfico G-5.3

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA UN CARRIL (Enlace Boussingault)



5.6 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

En la etapa preliminar, en sus inicios y con el propósito de tener un control sobre el alineamiento horizontal, se realizó un levantamiento topográfico con el sistema Scanner Láser de aproximadamente 70 hectáreas que cubre desde la Av. De los Shyris y Eloy Alfaro hasta el intercambiador Simón Bolívar.

Estos datos fueron procesados y dibujados, obteniéndose una topografía a escala 1:1.000 que permitió definir los alineamientos horizontales correctos.

Estos polígonos se localizaron utilizando una Estación Total para obtener distancias y ángulos horizontales exactos entre PIs y POTs.

5.6.1 Replanteo

Una vez aprobado el anteproyecto, en una segunda fase se procedió a realizar las actividades de replanteo, nivelación y referencias, se materializó el polígono de replanteo en el terreno en base a coordenadas tomadas del polígono preliminar (TMQ WGS84 hoy denominado SIRES DMQ WGS84), con relación al eje del proyecto de diseño.

Estos polígonos se localizaron utilizando una Estación Total para obtener distancias y ángulos horizontales exactos entre PIs y POTs.

El polígono fue abscisado cada 20 m en tangentes y cada 10 m en las curvas circulares y, además, en los puntos de inflexión, como son los bordes superiores, inferiores y en el fondo de ríos o quebradas.

5.6.2 Nivelación del Eje

Para determinar el perfil del eje replanteado, todos los puntos abscisados fueron nivelados mediante una nivelación geométrica, comprobada de ida y vuelta con un recorrido máximo de 500 m, de tal manera que cada abscisa contenga su cota, la misma que está referida al nivel del mar.

Se colocó un BM, que generalmente coinciden en las referencias del polígono.

5.6.3 Referencias

Mediante mojones de hormigón simple tipo MOP que sobresalen 10 cm del suelo, el polígono localizado fue referenciado en dos puntos principales por cada curva horizontal, los mismos que están enlazados al polígono principal mediante ángulos y distancias, que permitan especialmente durante la construcción su recuperación cuantas veces fuera necesario.

5.6.4 Diseño y dibujo del proyecto horizontal y vertical

Con los datos de campo se procedió a realizar los respectivos cálculos, obteniéndose nuevos datos que sirvieron para realizar los respectivos dibujos tanto en planta como en perfil.

Con los datos de la nivelación, se procedió a realizar el diseño del proyecto vertical a nivel de rasante.

Los datos del nuevo proyecto longitudinal, del levantamiento de la vía y otros fueron almacenados en la computadora, para luego con los programas viales, proceder a realizar el

dibujo final y mediante la utilización de un Plotter sacar a limpio los respectivos planos, presentándose el proyecto en escalas horizontal 1:1000 y vertical 1:100, indicándose además los datos de las curvas horizontales, datos de las referencias, datos de drenaje, las abscisas con su respectiva cota de terreno, proyecto, cortes y rellenos etc.

5.7 ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL

La consideración importante en el diseño del proyecto fue que la dirección de vía principal Quito-Los Valles sea considerada con un tráfico directo y que el tráfico de la calle Boussingault sea considerado como secundario, de tal forma que se canaliza por medio de una rampa.

El alineamiento horizontal se desarrolla de acuerdo a la normativa del MTOP.

Durante el proceso de diseño, se dio especial atención a la solución del cruce de la quebrada, debido a la profundidad y amplitud de su cauce.

El alineamiento vertical también se encuentra enmarcado dentro de las normas. Sobre el perfil longitudinal del terreno, dibujado en escala 1:1.000 y con los perfiles transversales, se realizó el diseño del proyecto vertical.

El punto de aplicación del proyecto vertical en lo que respecta a la Interconexión Boussingault está localizado sobre la rasante

En el Cuadro C-5.8 se presenta un resumen de las curvas horizontales y en el Cuadro C-5.9 un resumen de las curvas verticales.

Cuadro C-5.8

RESUMEN DEL PROYECTO HORIZONTAL

PI	Abscisa	Norte	Este	Distancia	Alfa	Sentido	Radio	Delta	Longitud	Tangente	EC/EE/PC	CE/EE/PT
PI-0	0+000.000	9,978,868.169	502,389.588									
PI-1	0+045.430	9,978,856.259	502,345.746	45.430	13° 14' 52.30"	Der	110.000	13° 14' 52.2984"	25.434	12.774	0+032.656	0+058.090
PI-2	0+158.230	9,978,852.417	502,232.898	112.914	151° 57' 54.89"	Der	25.000	151° 57' 54.8937"	66.307	100.140	0+058.090	0+124.398
PI-3	0+253.152	9,978,966.812	502,431.156	228.894	49° 38' 16.14"	Der	80.000	49° 38' 16.1363"	69.307	36.997	0+216.155	0+285.462
PI-4	0+285.462	9,978,954.369	502,465.998	36.997								

Cuadro C-5.9

RESUMEN DEL PROYECTO VERTICAL

PIV	Abscisa	Elevación	Pendiente	LCV
1	0+000.000	2,793.220	-11.870%	0
2	0+024.000	2,790.371	-9.250%	40
3	0+075.000	2,785.654	-13.802%	15
4	0+244.000	2,762.329	2.970%	50
5	0+285.462	2,763.560		

Ing. Rodrigo Del Salto R.
ESPECIALISTA EN DISEÑO GEOMETRICO

6. DISEÑO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

6.1 INTRODUCCIÓN

El diseño del movimiento de tierras tiene por objeto determinar el volumen y el balance de los materiales que será necesario remover y que intervienen en la ejecución de las obras de terracería.

Para la clasificación del movimiento de tierras se tomó en consideración las recomendaciones dadas por el estudio geológico.

6.2 PROCEDIMIENTO SEGUIDO

Para el cálculo de volúmenes se utilizó la topografía a escala 1:1.000, las secciones transversales típicas de la vía; estos valores fueron procesados en computadora mediante la utilización de programas computarizados, que realiza los cálculos de volúmenes.

En el cálculo de volúmenes el programa utiliza la expresión:

$$V = \frac{D}{2} (A_1 + A_2)$$

Dónde:

V	=	Volumen en corte o relleno en metros cúbicos
D	=	Distancia entre las secciones transversales en metros
A_1	=	Área de la sección transversal primera, en corte o en relleno en metros cuadrados
A_2	=	Área de la sección transversal segunda, en corte o en relleno en metros cuadrados

Los volúmenes de relleno fueron afectados por un coeficiente de esponjamiento de valor 1,20.

Los parámetros utilizados para el cálculo son:

- Sección transversal
- Perfiles transversales del terreno obtenidos de la topografía
- Proyecto horizontal
- Proyecto vertical
- Sobreancho en curvas
- Peraltes de acuerdo a lo requerido por el radio de las curvas
- Giros del peralte en el eje
- Factor de expansión del material: 20%
- Talud de corte variable
- Talud de relleno 1,5 H:1,0 V

Se analizaron las distancias medias de transporte en función del equipo que se utilizaría en la construcción, considerando lo siguiente:

- Excavación en suelo: es aquella operación de excavación y desalojo que se realiza en los sectores de cortes y cuyos materiales pueden ser removidos sin recurrir a desarraigadores, escarificadores o explosivos.

- Excavación en marginal: comprende los materiales formados por rocas descompuestas, suelos muy compactados y todos aquellos que, para su excavación, no sea necesario el empleo de explosivos y se precise la utilización de maquinaria mayor a 320 HP al volante con sus respectivos escarificadores.

- Excavación en roca: es aquella remoción y desalojo de todo material peñascoso de origen ígneo, metamórfico o sedimentario, en forma estratificada o maciza, cuya rotura es necesario realizarla mediante el uso de explosivos.

6.3 DISEÑO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

Tratándose de un estudio definitivo, los datos obtenidos del cálculo del movimiento de tierras fueron calculados cada 10 metros de longitud, los mismos que para el análisis fueron agrupados por cada kilómetro. Se elaboró un cuadro donde se presenta en forma resumida el resultado del cálculo de volúmenes, en el que consta la abscisa, el corte, el relleno x 1,20, el volumen de depósito, el sitio del depósito, la distancia media de transporte y el transporte.

Con el resultado de estos análisis, se elaboró la distribución de volúmenes mediante una compensación de la curva de masas, con lo que se obtuvo la distribución y destino de los materiales excavados, tanto a lo largo de la obra estudiada, como en las áreas seleccionadas para la formación de las zonas de préstamo importado.

Nota importante es que el diseño de la Interconexión Boussingault se realiza con un relleno compactado, el material a obtenerse para este relleno será el material producto de la excavación del túnel Guayasamín que se localiza a lo largo de la vía existente utilizado como zona de depósito.

Junto al terraplén, lado derecho, aproximadamente desde la abscisa 0+040 hasta la abscisa 0+200, se forma un hueco entre este terraplén y el talud existente, por tanto, se ha previsto a este sitio como una zona de depósito de los materiales del corte, relleno que deberá ser compactado, se ilustra en los planos que contienen las secciones transversales.

En el Cuadro C-6.1 se presenta un resumen del movimiento de tierras, el material de excavación ha sido considerado como excavación en suelo y el material inadecuado como material de excavación sin clasificar.

Una vez que se obtuvo el movimiento de tierras, se procedió a generar las laterales de acuerdo a los taludes establecidos, esto permitió obtener un dibujo en planta de las áreas de taludes.

Cuadro C-6.1

MOVIMIENTO DE TIERRAS

ABSCISA	CORTE m3	RELLENO X 1.20 m3	BOTE m3	PRESTAMO IMPORTADO x 1.10 m3
0+000 – 0+285.042	2.840.70	14.043.47	2.840.70	15.447.82
* 0+000 – 0+200	3.350.00		3.045.45	3.350.00

***Nota:** El corte corresponde al retiro de material inadecuado

7. CANTIDADES DE OBRA

7.1 INTRODUCCION

Este capítulo tiene que ver con el cálculo y obtención de las cantidades de obra de todos los rubros que se han utilizado directamente en el estudio definitivo de este proyecto.

En todos los cálculos se tomó en cuenta las recomendaciones dadas por las diferentes áreas de estudio y por los diferentes especialistas de diseño. Siguiéndose los lineamientos que se encuentran establecidos en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP – 001 – F – 2002.

Para una mejor disposición y posibles subdivisiones de tramos de construcción, las cantidades de obra obtenidas, se presentan por kilómetro y total, las mismas que son aceptables de acuerdo con el nivel de estudio realizado.

En los cuadros de resumen de cantidades de obra, se han agrupado los rubros bajo las siguientes áreas de trabajo:

1. Operaciones Preliminares
2. Excavación y relleno
3. Calzada
4. Drenaje (obras de arte menor).

Para tener un conocimiento más claro de la obtención de las cantidades de obra, se demuestra a continuación un resumen de los rubros más representativos:

7.1.1 Excavación y Relleno

302-2(2) Excavación en suelo (m3)

El primer rubro está relacionado con el movimiento de tierras que será necesario remover para la ejecución de las obras de la obra básica, habiéndose determinado un tipo de material.

- Excavación en suelo

En el Cuadro C-7.1 se presenta el resultado del cálculo de volúmenes, en el que consta la abscisa, el volumen de corte de acuerdo al tipo de suelo.

Cuadro C-7.1

EXCAVACIÓN EN SUELO

ABSCISA	CORTE m3	EXCAVACIÓN EN SUELO m3
0+000 – 0+285.042	2,840.70	2,840.70

302-2(1) Excavación sin clasificar (m3)

Este rubro está relacionado con el movimiento de tierras de material inadecuado que será necesario remover para la ejecución de las obras de la obra básica.

En el Cuadro C-7.2 se presenta el resultado del cálculo de volúmenes, en el que consta la abscisa, el volumen de corte de acuerdo al tipo de suelo.

Cuadro C-7.2

EXCAVACIÓN EN SUELO

ABSCISA	CORTE m3	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR m3
0+000 – 0+200	3.350.00	3.350.00

7.1.2 Calzada

403-1 Sub-base clase 2 (m^3)

Sobre la subrasante compactada, se colocará una capa de sub-base clase 2 de un espesor de 30 cm según el diseño del pavimento, sea mayorado en un 10% por imprevistos.

Para llegar al nivel de la capa inferior de las aceras es necesario realizar un relleno con material de sub.-base clase 2

En el Cuadro C-7.3 se presenta el resultado del cálculo del material de sub-base.

Cuadro C-7.3

SUB-BASE CLASE 2

ABSCISA	AREA m2	SUB-BASE CLASE 2 x 1.10 (m3)
0+000 – 0+285.042	1.506.73	497.22
Aceras (e=10 cm)	1.247.25	137.20
TOTAL		634.42

404-5 Capa de base de hormigón asfaltico mezclado en planta (m^2)

Sobre la capa de sub-base, se colocará una capa de base asfáltica mezclada en planta de un espesor de 13 cm.

En el Cuadro C-7.4 se presenta el resultado del cálculo del material de base asfáltica.

Cuadro C-7.4

BASE ASFÁLTICA

ABSCISA	AREA m2	BASE ASFÁLTICA x 1.10 (m2)
0+000 – 0+285.042	1.506.73	1.657.40

405-1(1) Asfalto Rc para imprimación (1.50 lt/m2)

Sobre la superficie terminada de la sub-base granular se esparcirá asfalto para imprimación grado RC-250 en una proporción de 1.50 litros por cada metro cuadrado.

En el Cuadro C-7.5 se muestran las cantidades de obra de este rubro.

Cuadro C-7.5

ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN

ABSCISA	AREA m2	IMPRIMACIÓN x 1.10 (m3)
0+000 – 0+285.042	1.506.73	2.486.10

405-2(1) Asfalto emulsionado para riego de adherencia (0.45 lt/m2)

Sobre las capas de base asfáltica y sobre la superficie terminada de la base asfáltica se esparcirá asfalto para riego de adherencia en una proporción de 0.45 litros por cada metro cuadrado.

En el Cuadro C-7.6 se muestran las cantidades de obra de este rubro.

Cuadro C-7.6

ASFALTO PARA RIEGO DE ADHERENCIA

ABSCISA	AREA m2	RIEGO ADHERENCIA x 1.10 (m3)
0+000 – 0+285.042	1.506.73	1.491.66

405-5(1) Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta (m2)

Sobre la capa de base asfáltica se colocará la capa de rodadura de hormigón asfaltico de un espesor de 8 cm, pero para una mayor facilidad de cálculo y presentación de cantidades de este rubro, se ha utilizado la unidad (m2).

En el Cuadro C-7.7 se muestran las cantidades de obra de este rubro.

Cuadro C-7.7

CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFALTICO

ABSCISA	AREA m2	CAPA DE RODADURA x 1.10 (m2)
0+000 – 0+285.042	1.506.73	1.657.40

610-(1) Bordillo de hormigón f'c = 180 kg/cm2 (m)

Para delimitar las aceras, se construirán bordillos tipo de un volumen de 0.116 m3/m.

En el Cuadro C-7.8 se muestran las cantidades de obra de estos rubros.

206(3) Área encepada en parterre central, rampas y bermas laterales (m2)

Se ha considerado que las áreas libres de la rampa, sean encepados.

En el Cuadro C-7.8 se muestran las cantidades de obra de estos rubros.

7.1.3 Drenaje (Obras de Arte Menor)

Las cantidades de obra constan en el respectivo capítulo.

7.1.4 Resumen de Cantidades de Obra

Producto de los análisis y cálculos realizados mediante cómputos métricos para cada rubro que interviene en este Estudio de Ingeniería, en el Cuadro C-7.8 se presenta un resumen de cantidades.

Cuadro C-7.8

CANTIDADES DE OBRA
INTERCONEXIÓN CALLE BOUSSINGAULT
KM 0+000 - KM 0+285,462

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	0+000 0+287
	OPERACIONES PRELIMINARES		
302-1	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	0,56
S/N	Reubicacion de postes y tendido electrico	u	6,00
	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
303-2(1)	Excavación sin clasificar	m3	3.350,00
303-2(2)	Excavación en suelo	m3	2.840,70
304-1(2)	Material de préstamo importado	m3	18.797,82
308-4(1)	Limpieza de derrumbes	m3	500,00
309-2(2)	Transporte de material de excavación (transporte libre 500 m)	m3-km	3.095,35
309-4(2)	Transporte de material de préstamo importado	m3/km	11.278,69
SN	Relleno compactado (terraplen)	m3	18.797,82
SN	Relleno compactado con material de excavación (zona lateral derecha del terraplen)	m3	7.684,00
	PAVIMENTO		
403-1	Sub-base granular, clase 2	m3	634,42
404-5	Capa de base de hormigón asfáltico mezclado en planta clase 1 e=13 cm	m2	1.657,40
405-1(1)	Asfalto RC para imprimación (1.50 lt/m2)	lt	2.486,10
405-2(1)	Asfalto emulsionado para riego de adherencia (0.45 lt/m2)	lt	1.491,66
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e = 8 cm	m2	1.657,40
	DRENAJE		
	POZOS DE VISITA B1 Y B2		
503-(2)	Hormigón estructural cemento portland f'c=280 Kg/cm2 (Bajantes amortiguados salida alcantarillas)	m3	46,50
503-(6)e	Hormigón estructural cemento portland f'c=180 Kg/cm2 (replantillos)	m3	1,38
609-5	Marcos, tapa y parrilla de hierro (nuevos) (tapas HF, D=50cm)	u	12,00
504-(1)	Acero de refuerzo en barras, fy=4200 Kg/cm2	Kg	22.320,00
307-2(1)	Excavación y relleno para estructuras	m3	81,36
	COLECTORES		
609-(2)b	Construcción de pozos de revisión (2.0m < h = 4.0m); incluye tapa de hormigón	u	5,00
609-(1)c	Tubería de alcantarillado en plastico D=0.60 m.	m	76,15
604-(3A)b	Tuberia PVC Diám = 20 cm para acople de estructuras-colector	m	12,00
604-(1A)a	Suministro y colocación tubería plástica Ø = 300 mm	m	8,00
307-2(1)	Excavación y relleno para estructuras	m3	749,98
	SUMIDEROS		
	Sumidero Lateral Tipo T2		
503 (2)c	Hormigón estructural de cemento Pórtland Clase B f'c = 280 Kg/cm2 - (colector)	m3	5,59
503-(6)e	Hormigón estructural cemento portland f'c=180 Kg/cm2 (replantillos)	m3	0,26
504-(1)	Acero de refuerzo en barras, fy=4200 Kg/cm2	Kg	111,84
609-5	Marcos, tapa y parrilla de hierro (nuevos) (tapas HF, D=50cm)	u	2,00
	Sumidero Lateral Tipo T4		
503 (2)c	Hormigón estructural de cemento Pórtland Clase B f'c = 280 Kg/cm2 - (colector)	m3	11,18
503-(6)e	Hormigón estructural cemento portland f'c=180 Kg/cm2 (replantillos)	m3	1,04
504-(1)	Acero de refuerzo en barras, fy=4200 Kg/cm2	Kg	223,60
609-5	Marcos, tapa y parrilla de hierro (nuevos) (tapas HF, D=50cm)	u	2,00
	CUNETAS LATERALES		
307-3(1)b	Excavación para cunetas laterales	m3	57,40
503 (6) E	Hormigón no estructural de cemento Portland, Clase E, f'c = 180 Kg/cm² - revestimiento para cunetas laterales	m3	50,23
	ESTRUCTURAS-COLECTOR		
302-1	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	0,01
303-2(1)	Excavación sin clasificar	m3	660,80
304-1(1)	Material de prestamo local	m3	198,10
304-1(2)	Material de prestamo importado	m3	198,10
503(1)	Hormigon estructural de cemento portland clase "A" f'c=600 kg/cm2 (mortero epoxico, (EPOCRETE) o similar incluye micro fibra sintetica de 2 mm e=4mm	m3	106,09
503(2)	Hormigon estructural de cemento portland clase "E" f'c=180 kg/cm2 (replantillo)	m3	14,82
503(2)	Hormigon estructural de cemento portland clase "B" f'c=240 kg/cm2 (alcantarillas) incluye juntas de construcción, cinta sika PVC O-10 o similar	m3	73,57
503(2)	Hormigon estructural de cemento portland clase "B" f'c=240 kg/cm2 (pozos)	m3	20,34
504(1)	Acero de refuerzo en barras fy=4200 kg/cm2 (alcantarillas)	kg	4.734,76
504(1)	Acero de refuerzo en barras fy=4200 kg/cm2 (pozos)	kg	2.155,29
504(2)	acero de refuerzo de malla de alambre 150 x 150 x 8 mm	m2	2,52
805-(1)E	Junta de dilatación (tipo JEEN JJ2540VV	m	2,60
503-(7)E	Placas de neopreno dureza shore 60 (25 x 50 x 2600 mm)	u	1,00
	OBRAS COMPLEMENTARIAS		
206(3)	Área encespada (parterre central y taludes)	m2	3.797,92
503(5)	Hormigón Ciclópeo, Clase "F", f'c = 180 kg/cm2 (muro)	m3	72,47
610-(1)	Bordillos de hormigón f'c = 180 kg/cm2 v = 0.116 m3/m	m	482,04
610-(2)	Aceras de hormigón	m2	1.371,98

7.2 PRESUPUESTO

7.3 OBJETIVO

El propósito de este estudio definitivo es obtener un presupuesto en base a las cantidades de obra calculadas y que permita definir el costo de cada uno de los rubros utilizados mediante la aplicación de los precios unitarios.

7.4 PRESUPUESTO

Utilizando las cantidades de obra obtenidas y aplicando a cada rubro los precios obtenidos, se calculó el presupuesto para ejecutar los trabajos de construcción.

El presupuesto se presenta en el Cuadro C-7.9, en los que se incluye como referencia, tanto el número de rubro como la descripción de acuerdo a las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP – 001 – F – 2002.

Cuadro C-7.9

PRESUPUESTO ESTIMADO

ANEXO A-2.1

FOTOGRAFÍAS

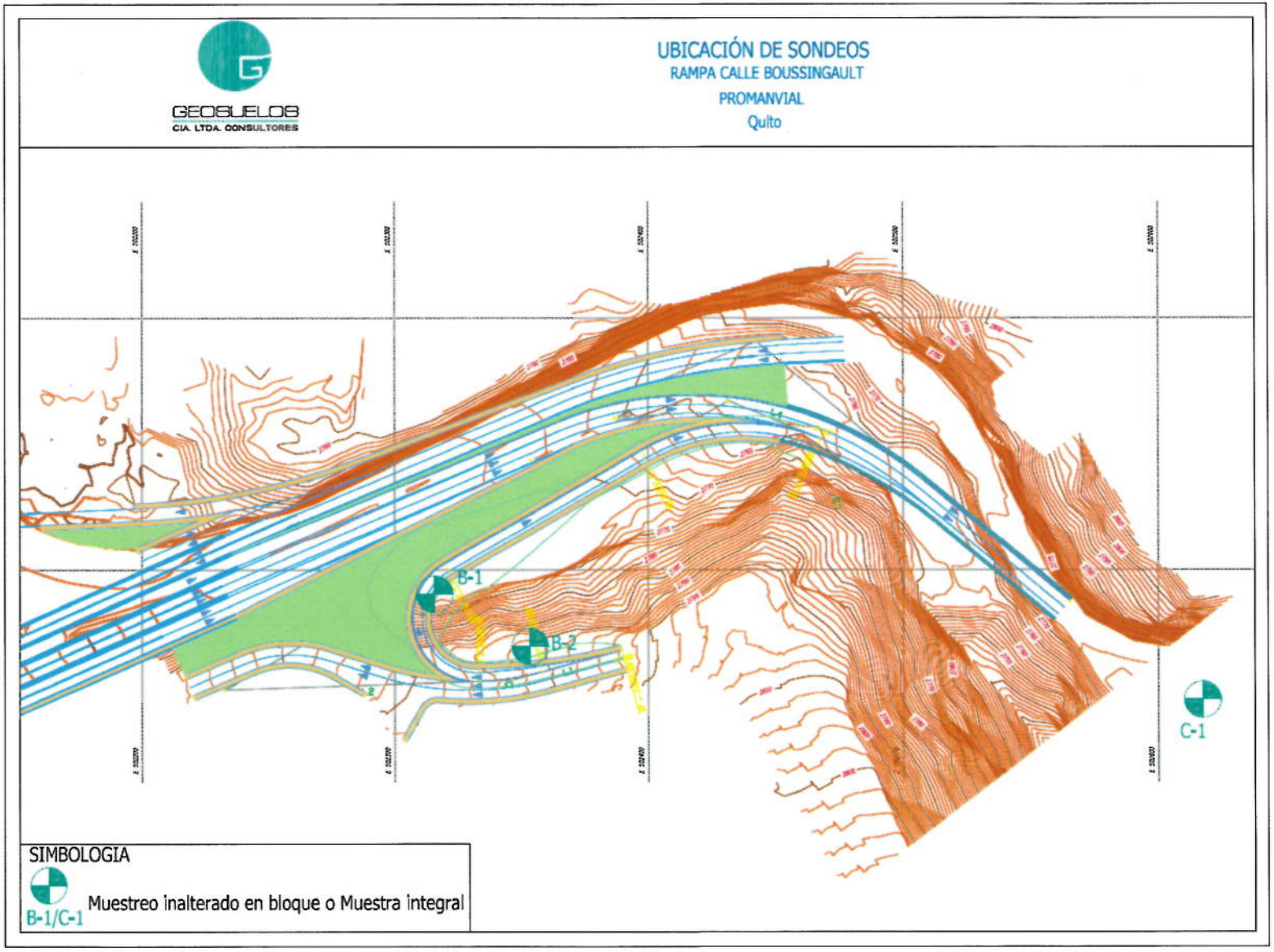
Foto 1: Muestreo Bloque 1

Foto 2: Muestreo Bloque 2

Foto 3: Zona de escombrera donde obtener la muestra integral C-1

ANEXO A-2.2

ESQUEMA DE UBICACIÓN DE MUESTREO


GEOSUELOS
CIA. LTDA. CONSULTORES
UBICACIÓN DE SONDEOS
RAMPA CALLE BOUSSINGAULT
PROMANVIAL
Quito
B-1
B-2
C-1
SIMBOLOGIA
B-1/C-1
Muestreo inalterado en bloque o Muestra integral

ANEXO A-2.3

CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

GEOBUELOS
CIA. LTDA. CONSULTORES

CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

CLIENTE : PROMANVIAL
PROYECTO : RAMPA CALLE COUSSINGAULT
FECHA : MARZO - 2016
SONDEO : B-1
PROFUNDIDAD : 0.50-1.00m

Ecuacion General:

$$q_{ult} = c\,N_c\,S_c\,d_c + \bar{q}\,N_q\,S_q\,d_q + 0.5\,\gamma\,B\,N_\gamma\,S_\gamma\,d_\gamma \quad (VESIC)$$

D_f	=	0.00	m	c =	309.5	t/m²
B	=	10.00	m	γ =	1.68	t/m³
L	=	200.00	m	ϕ =	16.7	°
NIVEL FREÁTICO	=		m			

N_q =	4.64
N_c =	12.12
N_γ =	3.38

q_u =	3,850.55 t/m²	(capacidad de carga última)
F.S. =	3.0	
q_a =	**1283.5** t/m²	(capacidad de carga admisible por corte)

GEOBUELOS
CIA LTDA CONSULTORES

CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

CLIENTE : PROMANVIAL
PROYECTO : RAMPA CALLE COUSSINGAULT
FECHA : MARZO - 2016
SONDEO : B-2
PROFUNDIDAD : 0.50-1.00m

Ecuacion General:

$$q_{ult} = c\,N_c\,S_c\,d_c + \bar{q}\,N_q\,S_q\,d_q + 0.5\,\gamma\,B\,N_\gamma\,S_\gamma\,d_\gamma \quad (VESIC)$$

D_f	=	0.00	m	c =	119.9	t/m²
B	=	10.00	m	γ =	1.52	t/m³
L	=	200.00	m	ϕ =	33.7	°
NIVEL FREÁTICO	=		m			

N_q =	28.39
N_c =	41.06
N_γ =	39.20

q_u =	5,384.42 t/m²	(capacidad de carga última)
F.S. =	3.0	
q_a =	**1794.8** t/m²	(capacidad de carga admisible por corte)

ANEXO A-2.4

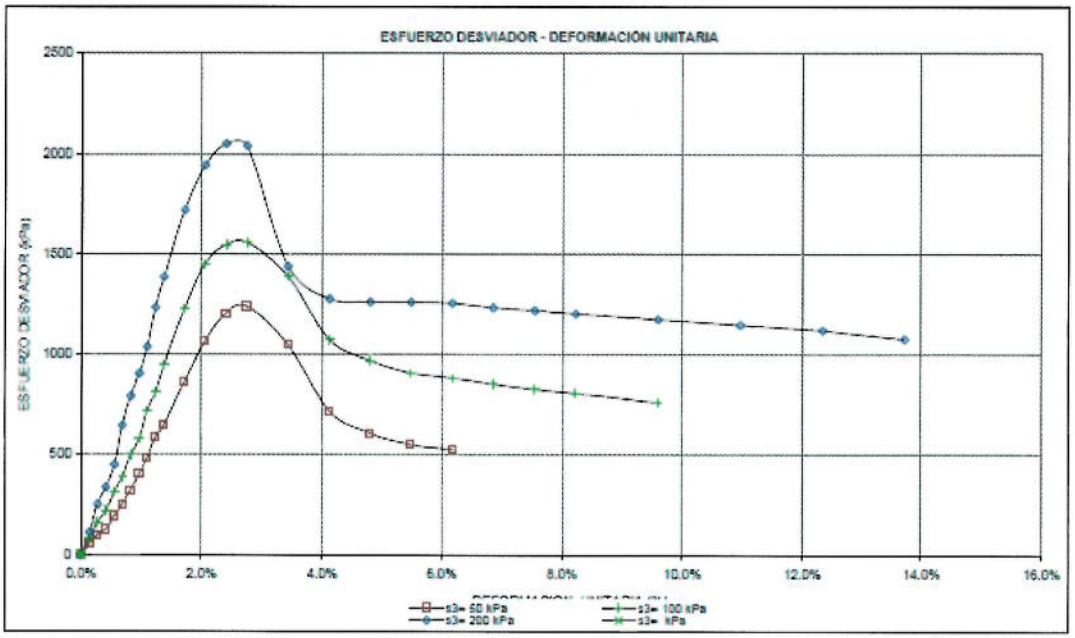
ENSAYOS DE LABORATORIO

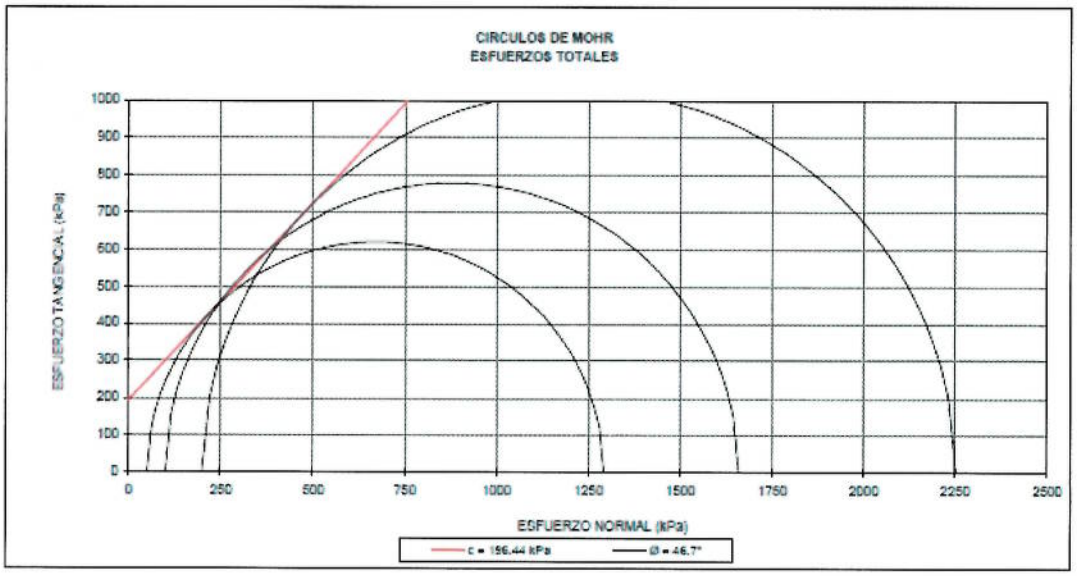
GEOSUELOS CIA. LTDA. CONSULTORES

RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO TRIAXIAL UU
DIAGRAMAS DE MOHR

HOJA 1 DE 2

PROYECTO:	PY 4077	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Arena limosa, Muestra remoldeada
OBRA:	Rampa calle Boussingault. Acceso Centro Norte de Quito		
LOCALIZ.:	Escombrera		
SONDEO:	C-1 Muestra Integral	SUCS:	SM
PROF. (m):	0.00-0.00	MUESTRA:	1.000
NORMA :	ASTM 2850-03a	CONDICIONES:	22/03/2016





GEOBUELOS CIA. LTDA. CONSULTORES

RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO TRIAXIAL UU
RESUMEN DE RESULTADOS

HOJA 2 DE 2

PROYECTO:	PY 4677	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Arena limosa, Muestra remoldeada
OBRA:	Rampa calle Boussingault. Acceso Centro Norte de Quito		
LOCALIZ.:	Escombrera		
SONDEO:	C-1 Muestra Integral	SUCS:	SM
PROF. (m):	0.00-0.00	MUESTRA:	1.000
NORMA :	ASTM 2850-03a	CONDICIONES:	22/03/2016

RESUMEN DE RESULTADOS (DATOS PROMEDIO):

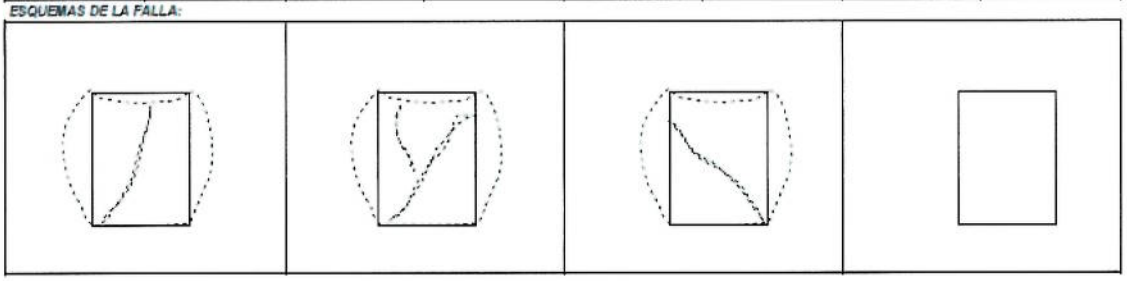
COHESIÓN, c =	106.44	kPa	HUMEDAD, w =	18.17%
ANGULO DE FRICIÓN, Ø =	46.73	°	DENSIDAD HÚMEDA, γm =	17.53 kN/m³
			DENSIDAD SECA, γd =	15.00 kN/m³
			RELACIÓN DE VACÍOS, e =	0.70

RESULTADOS DE CADA PROBETA:

PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4	
σ_3 =	50.00 kPa	σ_3 =	100.00 kPa	σ_3 =	200.00 kPa	σ_3 =	
w =	17.80%	w =	18.16%	w =	18.54%	w =	
γm =	17.74 kN/m³	γd =	17.58 kN/m³	γd =	17.88 kN/m³	γd =	
γd =	15.06 kN/m³	γs =	15.13 kN/m³	γs =	15.08 kN/m³	γs =	
e =	0.71	e =	0.70	e =	0.70	e =	

DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)	DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)	DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)	DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)
0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00		
0.14%	56.23	0.14%	82.18	0.14%	115.38		
0.27%	102.01	0.27%	163.19	0.27%	254.59		
0.41%	130.85	0.41%	223.56	0.41%	337.75		
0.55%	196.93	0.55%	316.19	0.55%	450.34		
0.69%	253.52	0.69%	389.12	0.69%	543.11		
0.82%	325.77	0.82%	499.87	0.82%	701.00		
0.96%	407.11	0.96%	577.90	0.96%	901.56		
1.10%	453.59	1.10%	717.87	1.10%	1035.77		
1.23%	585.80	1.23%	806.26	1.23%	1234.04		
1.37%	647.00	1.37%	946.25	1.37%	1389.45		
1.71%	861.52	1.71%	1231.56	1.71%	1725.26		
2.06%	1064.41	2.06%	1453.47	2.06%	1944.56		
2.40%	1203.57	2.40%	1547.86	2.40%	2052.43		
2.74%	1242.24	2.74%	1559.70	2.74%	2038.86		
3.43%	1045.57	3.43%	1392.47	3.43%	1443.24		
4.12%	716.29	4.12%	1073.25	4.12%	1277.54		
4.80%	605.74	4.80%	966.76	4.80%	1263.06		
5.49%	550.82	5.49%	906.77	5.49%	1264.55		
6.17%	526.57	6.17%	880.89	6.17%	1259.74		
		6.86%	850.06	6.86%	1235.76		
		7.54%	824.76	7.54%	1220.65		
		8.23%	804.93	8.23%	1204.76		
		9.60%	759.93	9.60%	1177.45		
				10.97%	1149.56		
				12.35%	1118.86		
				13.72%	1076.45		

ESQUEMAS DE LA FALLA:

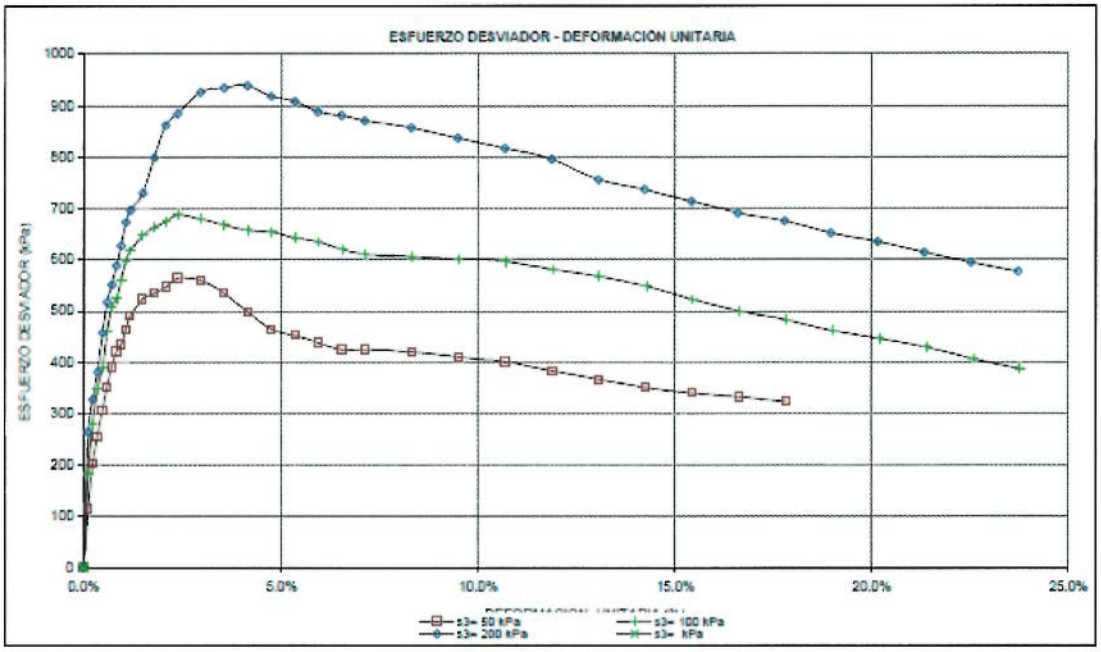


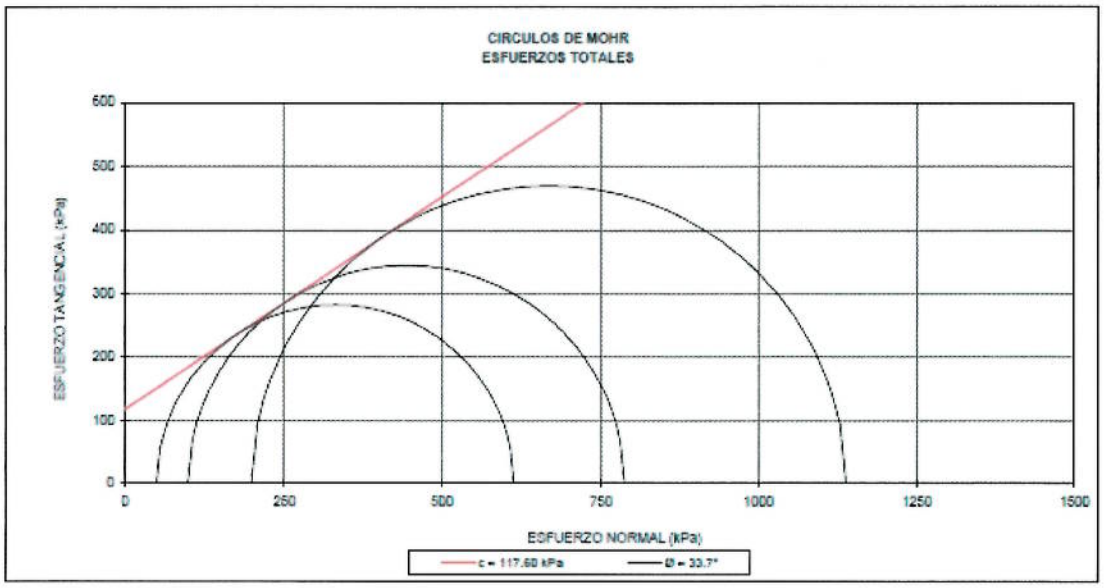
GEOSUELOS CIA LTDA CONSULTORES

RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO TRIAXIAL UU
DIAGRAMAS DE MOHR

HOJA 1 DE 2

PROYECTO:	*PY 4077*	*DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:*	*Arcilla arenosa de baja plasticidad*
OBRA:	*Rampa calle Boussingault. Acceso Centro Norte de Quito*		
LOCALIZ.:	*Abs: 0+082*		
SONDEO:	*Bloque B-2*	*SUCS:*	*CL*
PROF. (m):	*0.00-0.00*	*MUESTRA:*	*1.000*
NORMA :	*ASTM 2850-03a*	*CONDICIONES:*	*21/03/2016*





GEOSUELOS CIA. LTDA. CONSULTORES

RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO TRIAXIAL UU
RESUMEN DE RESULTADOS

HOJA 2 DE 2

PROYECTO:	PY 4077	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Arcilla arenosa de baja plasticidad
OBRA:	Rampa calle Boussingault. Acceso Centro Norte de Quito		
LOCALIZ.:	Abs: 0+082		
SONDEO:	Bloque B-2	SUCS:	CL
PROF. (m):	0.00-0.00	MUESTRA:	1.000
NORMA :	ASTM 2850-03a	CONDICIONES:	21/03/2016

RESUMEN DE RESULTADOS (DATOS PROMEDIO):

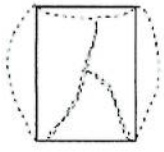
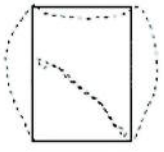
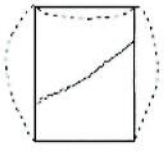
COHESIÓN, c =	117.60	kPa	HUMEDAD, w =	9.95%
ANGULO DE FRICIÓN, Ø =	33.71	°	DENSIDAD HÚMEDA, γm =	14.94 kN/m³
			DENSIDAD SECA, γd =	13.58 kN/m³
			RELACIÓN DE VACÍOS, e =	0.89

RESULTADOS DE CADA PROBETA:

PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4	
σ_3 =	50.00 kPa	σ_3 =	100.00 kPa	σ_3 =	200.00 kPa	σ_3 =	
w =	9.50%	w =	10.14%	w =	10.25%	w =	
γm =	14.84 kN/m³	γd =	14.54 kN/m³	γd =	15.14 kN/m³	γd =	
γd =	13.55 kN/m³	γs =	13.47 kN/m³	γs =	13.73 kN/m³	γs =	
e =	0.90	e =	0.91	e =	0.87	e =	

DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)	DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)	DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)	DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)
0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00		
0.12%	115.96	0.12%	184.60	0.12%	264.44		
0.24%	203.70	0.24%	279.06	0.24%	327.97		
0.36%	256.31	0.36%	346.42	0.36%	380.53		
0.48%	305.81	0.48%	390.75	0.47%	458.54		
0.59%	352.21	0.59%	459.80	0.59%	518.44		
0.71%	390.54	0.71%	508.84	0.71%	552.41		
0.83%	420.84	0.83%	525.07	0.83%	589.26		
0.95%	434.22	0.95%	560.07	0.95%	627.00		
1.07%	464.30	1.07%	597.94	1.07%	673.52		
1.19%	490.54	1.19%	618.94	1.19%	697.30		
1.49%	523.57	1.49%	647.58	1.48%	730.50		
1.78%	534.77	1.78%	663.29	1.78%	798.59		
2.08%	547.55	2.08%	674.98	2.08%	862.55		
2.38%	564.75	2.38%	668.53	2.37%	885.20		
2.97%	560.34	2.97%	660.46	2.97%	926.18		
3.57%	534.71	3.57%	668.59	3.56%	934.92		
4.16%	498.60	4.16%	657.76	4.15%	938.71		
4.76%	465.20	4.76%	654.63	4.74%	918.68		
5.35%	452.82	5.35%	642.98	5.34%	908.25		
5.95%	437.74	5.95%	635.19	5.93%	888.52		
6.54%	424.69	6.54%	620.90	6.52%	881.98		
7.13%	423.84	7.13%	610.46	7.12%	870.84		
8.32%	420.25	8.32%	606.30	8.30%	857.80		
9.51%	409.37	9.51%	602.06	9.49%	837.79		
10.70%	400.41	10.70%	596.82	10.68%	817.03		
11.89%	382.73	11.89%	580.95	11.86%	795.65		
13.08%	365.39	13.08%	567.90	13.05%	756.36		
14.27%	350.09	14.27%	549.00	14.23%	737.53		
15.46%	340.16	15.46%	522.80	15.42%	714.70		
16.65%	332.04	16.65%	499.53	16.61%	692.22		
17.84%	323.19	17.84%	482.65	17.79%	675.83		
		19.02%	451.91	18.98%	652.37		
		20.21%	445.57	20.17%	635.67		
		21.40%	428.72	21.35%	613.70		
		22.59%	406.77	22.54%	595.19		
		23.78%	387.57	23.72%	576.21		

ESQUEMAS DE LA FALLA:

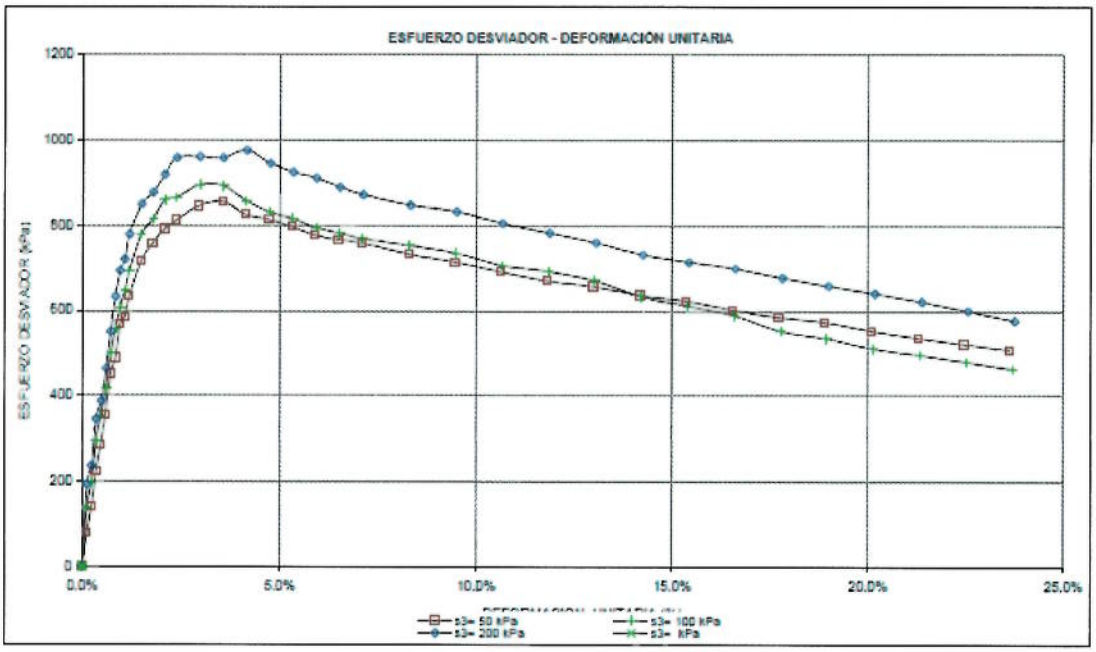




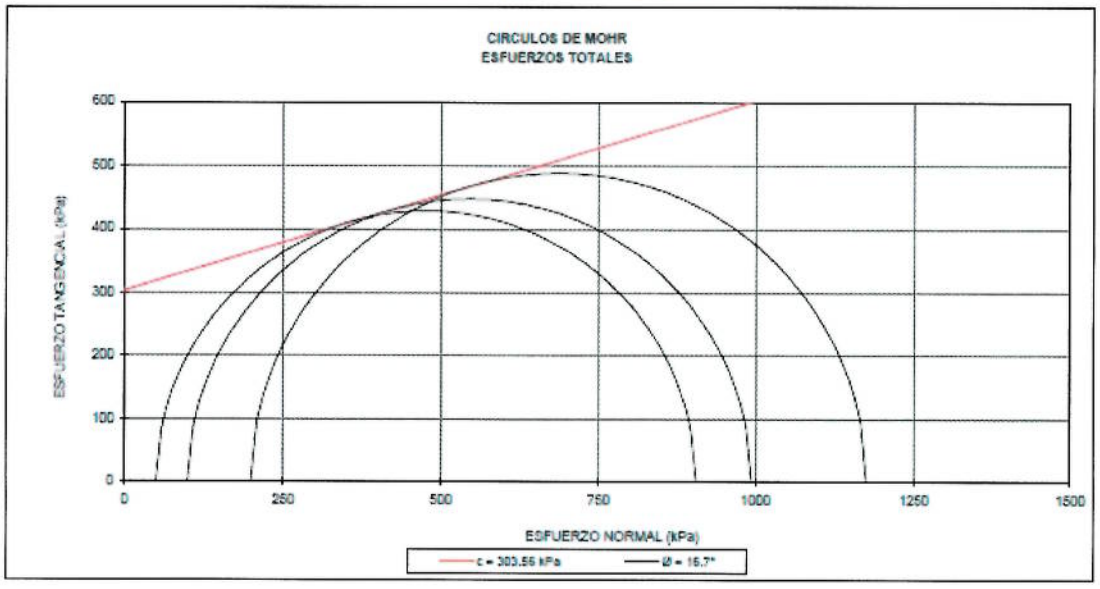
GEOSUELOS CIA. LTDA. CONSULTORES

RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO TRIAXIAL UU
DIAGRAMAS DE MOHR

HOJA 1 DE 2

PROYECTO:	PY 4677	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Arcilla arenosa de baja plasticidad
OBRA:	Rampa calle Boussingault. Acceso Centro Norte de Quito		
LOCALIZ.:	Abs: 0+130		
SONDEO:	Bloque B-1	SUCS:	CL
PROF. (m):	0.00-0.00	MUESTRA:	1.000
NORMA :	ASTM 2850-03a	CONDICIONES:	21/03/2016





GEOSUELOS CIA. LTDA. CONSULTORES

RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO TRIAXIAL UU
RESUMEN DE RESULTADOS

HOJA 2 DE 2

PROYECTO:	PY 4677	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Arcilla arenosa de baja plasticidad
OBRA:	Rampa calle Boussingault. Acceso Centro Norte de Quito		
LOCALIZ.:	Abs: 0+130		
SONDEO:	Bloque B-1	SUCS:	CL
PROF. (m):	0.00-0.00	MUESTRA:	1.000
NORMA:	ASTM 2850-03a	CONDICIONES:	21/03/2016

RESUMEN DE RESULTADOS (DATOS PROMEDIO):

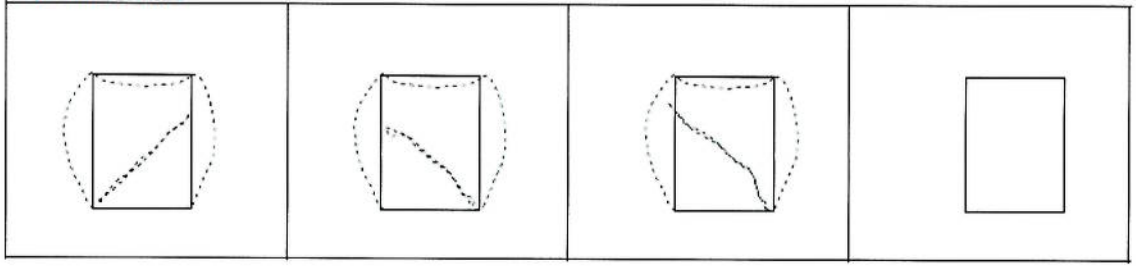
COHESIÓN, c =	303.56	kPa	HUMEDAD, w =	8.80%
ANGULO DE FRICIÓN, Ø =	16.66	°	DENSIDAD HÚMEDA, γm =	16.47 kN/m³
			DENSIDAD SECA, γd =	15.14 kN/m³
			RELACIÓN DE VACÍOS, e =	0.70

RESULTADOS DE CADA PROBETA:

PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4	
σ_3 =	50.00 kPa	σ_3 =	100.00 kPa	σ_3 =	200.00 kPa	σ_3 =	
w =	8.52%	w =	9.73%	w =	8.13%	w =	
γm =	16.73 kN/m³	γd =	16.58 kN/m³	γd =	16.02 kN/m³	γd =	
γd =	15.41 kN/m³	γs =	15.20 kN/m³	γs =	14.81 kN/m³	γs =	
e =	0.07	e =	0.09	e =	0.74	e =	

DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)	DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)	DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)	DEF. UNIT (%)	ESF. DESVIADOR (kPa)
0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00		
0.12%	79.53	0.12%	138.92	0.12%	194.30		
0.24%	141.00	0.24%	197.23	0.24%	257.09		
0.35%	223.15	0.36%	294.99	0.36%	345.72		
0.47%	265.20	0.47%	353.97	0.48%	387.22		
0.59%	354.21	0.59%	415.76	0.59%	464.51		
0.71%	452.61	0.71%	498.12	0.71%	551.57		
0.83%	466.00	0.83%	558.61	0.83%	634.44		
0.95%	507.87	0.95%	606.13	0.95%	693.28		
1.06%	585.90	1.07%	647.70	1.07%	720.22		
1.18%	635.36	1.19%	694.04	1.19%	760.79		
1.48%	715.83	1.48%	779.07	1.48%	850.56		
1.77%	758.66	1.78%	814.78	1.78%	877.54		
2.07%	792.44	2.07%	850.00	2.08%	919.08		
2.36%	812.40	2.37%	865.15	2.38%	958.38		
2.96%	846.12	2.96%	894.61	2.97%	962.28		
3.55%	856.32	3.55%	892.98	3.56%	958.33		
4.14%	826.27	4.15%	857.98	4.16%	975.46		
4.73%	813.59	4.74%	831.65	4.75%	945.57		
5.32%	797.23	5.33%	816.33	5.34%	924.49		
5.91%	777.27	5.92%	795.34	5.94%	911.14		
6.50%	766.61	6.52%	781.97	6.53%	890.40		
7.09%	758.26	7.11%	769.83	7.13%	871.70		
8.27%	732.18	8.29%	753.44	8.31%	847.68		
9.46%	713.73	9.48%	735.61	9.50%	833.07		
10.64%	690.19	10.66%	705.57	10.69%	806.02		
11.82%	670.53	11.85%	691.83	11.88%	782.93		
13.00%	656.34	13.03%	670.44	13.06%	760.17		
14.18%	637.17	14.22%	654.03	14.25%	730.87		
15.37%	623.34	15.40%	611.53	15.44%	713.97		
16.55%	603.01	16.59%	589.17	16.63%	698.92		
17.73%	585.46	17.77%	562.21	17.81%	677.43		
18.91%	573.01	18.96%	535.40	19.00%	658.70		
20.09%	552.73	20.14%	510.91	20.19%	640.24		
21.28%	535.94	21.33%	495.52	21.38%	622.04		
22.46%	521.72	22.51%	478.52	22.57%	599.45		
23.64%	507.68	23.70%	463.16	23.75%	576.49		

ESQUEMAS DE LA FALLA:



GEOSUELOS CIA. LTDA. CONSULTORES

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO
NORMA ASTM D1557-02

CLIENTE:	PROMANVIAL CONSULTING CÍA. LTDA
PROYECTO:	Rampa calle Boussingault. Acceso Centro Norte de Quito
UBICACIÓN:	Escombrera
FECHA:	22-mar-16

SONDEO:	C-1
MUESTRA:	Material de Escombrera
PROF.:	0.00-0.00 m
OPERADOR:	FM

DATOS DEL ENSAYO:

PROCEDIMIENTO:	A	PREPARACIÓN:	HÚMEDA
GOLPES/CAPA:	25	No. DE CAPAS:	5
PESO MARTILLO (kg):	4.54	ALT. DE CAIDA (cm):	45.72

GRAVEDAD ESPECÍFICA:	2.60	DATO:	Asumido
DESCRIPCIÓN:	Arena limosa		
CLASIFICACIÓN SUCS:	SM		
PASA No. 4 (%):	86.0%	HUMEDAD NATURAL:	12.94%

DATOS DEL MOLDE

DIAMETRO (cm):	10.16	MOLDE #:	GCM-1
PESO (g):	4,376	VOL. (cm³):	940.44

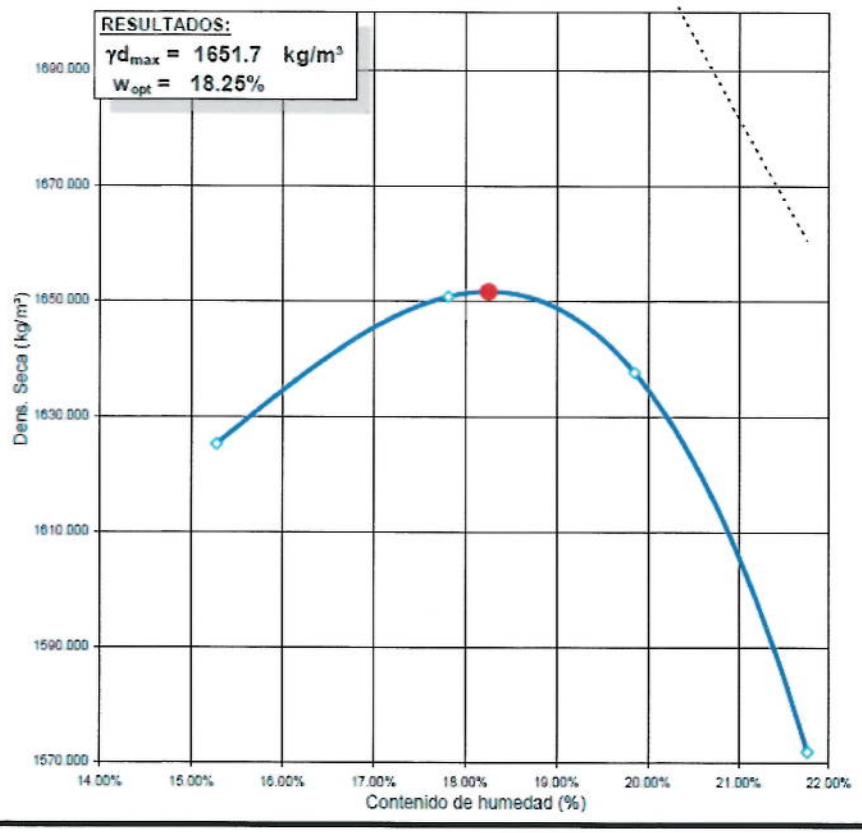
DATOS PARA LA CURVA

PUNTO	1		2		3	
Peso Compactado (g)	6,138		6,205		6,222	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso Húmedo (g)	187.94	187.34	184.65	186.26	220.59	228.77
Peso Seco (g)	173.82	173.39	169.24	170.61	198.14	207.27
Peso Tarro (g)	81.96	81.44	83.00	82.46	84.87	99.12
w (%)	15.37%	15.17%	17.87%	17.75%	19.82%	19.88%
w_{prom} (%)	15.27%		17.81%		19.85%	
Dens. Hum. (kg/m³)	1,873.59		1,944.83		1,962.91	
Dens. Seca (kg/m³)	1,625.38		1,650.80		1,637.81	

PUNTO	4		5
Peso Compactado (g)	6,176		
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso Húmedo (g)	240.74	240.21	
Peso Seco (g)	213.35	215.44	
Peso Tarro (g)	86.71	102.26	
w (%)	21.63%	21.89%	
w_{prom} (%)	21.76%		
Dens. Hum. (kg/m³)	1,914.00		
Dens. Seca (kg/m³)	1,571.98		

FIRMA RESPONSABLE: ING. FLAVIO MURQUINCHO

CURVA DE COMPACTACION



GEOSUELOS CIA. LTDA CONSULTORES

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN NORMA ASTM D-2487

CLIENTE: PROMANVIAL CONSULTING CÍA. UBICACIÓN: Abs: 0+082
PROYECTO: Rampa calle Boussingault. Acceso Centro Norte de Quito
FECHA: marzo-2016
OPERADOR: MU

PROYECTO: 4677
SONDEO: B-2
MUESTRA: Bloque
PROFUND.: 0.00 m

	GOLPES	PES. HUM.	PES. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		87.39	81.50	18.03	9.28	
		87.10	81.26	18.98	9.38	9.33
2.- LÍMITE LÍQUIDO	33	18.05	15.26	6.50	31.85	
	28	18.38	15.52	6.77	32.69	
	23	18.73	15.67	6.54	33.52	
	18	18.89	15.72	6.59	34.72	33.17
3.- LÍMITE PLÁSTICO		16.56	14.97	6.60	19.00	
		16.15	14.59	6.68	19.72	
		16.41	14.79	6.54	19.64	19.45

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 148.65 ENSAYO VIA: HÚMEDA
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 135.97

TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
3"	0.00	0	100
2"	0.00	0	100
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	0.00	0	100
No. 4	2.00	1	99
No. 10	3.80	3	97
No. 40	26.12	19	81
No. 200	64.02	47	53

5.- CLASIFICACIÓN

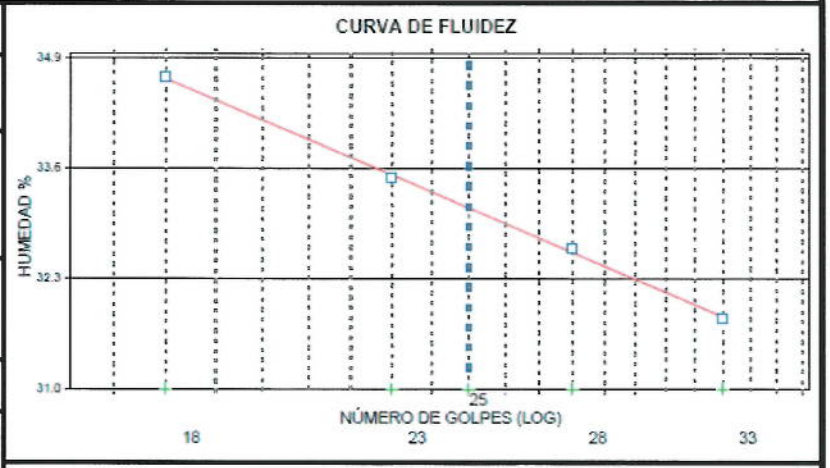
GRAVA	1
ARENA	46
FINOS	53
Cu =	22.52
Cc =	0.54
Límite Líquido LL (%) =	33
Límite Plástico LP (%) =	19
Indice Plástico IP (%) =	14
Indice de Liquidez IL (%) =	-0.69

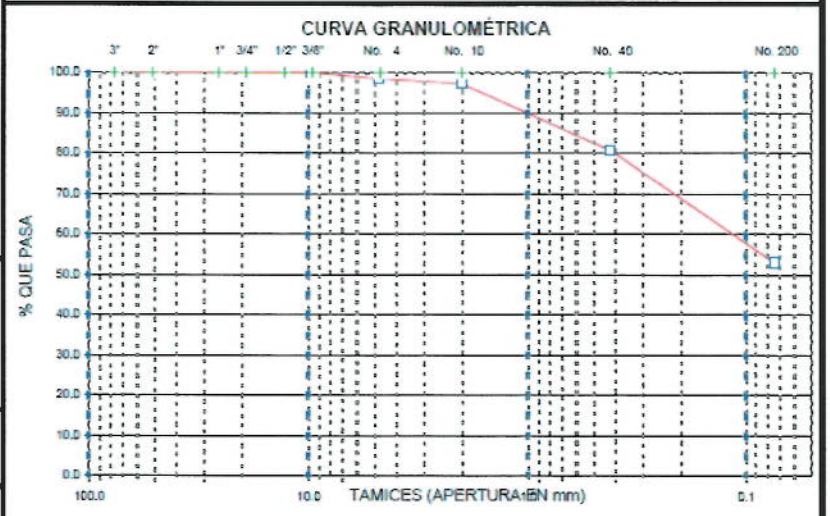
RESUMEN

SUCS:	CL
AASHTO:	A-6
IG(86):	5
IG(45):	5

Nombre de Grupo: Arcilla arenosa de baja plasticidad
Descripción Particular: Café claro

Observaciones:





GEOSUELOS CIA. LTDA. CONSULTORES

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN NORMA ASTM D-2487

CLIENTE: PROMANVIAL CONSULTING CÍA. | UBICACIÓN: Abs: 0+130
PROYECTO: Rampa calle Boussingault. Acceso Centro Norte de Quito
FECHA: marzo-2016
OPERADOR: MU

PROYECTO: 4677
SONDEO: B-1
MUESTRA: Bloque
PROFUND.: 0.00 m

	GOLPES	PES. HUM.	PES. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		81.41	76.20	17.93	8.94	
		82.12	77.04	20.26	8.95	8.94
2.- LÍMITE LÍQUIDO	34	21.69	18.35	6.62	28.47	
	28	21.50	18.04	6.35	29.60	
	22	21.47	17.97	6.53	30.59	
	16	21.47	17.85	6.48	31.84	29.96
3.- LÍMITE PLÁSTICO		16.05	14.66	6.38	16.79	
		16.03	14.64	6.65	17.40	
		16.02	14.61	6.43	17.24	17.14

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 138.88 ENSAYO VIA: HÚMEDA
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 127.48

TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
3"	0.00	0	100
2"	0.00	0	100
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	0.00	0	100
No. 4	0.13	0	100
No. 10	0.94	1	99
No. 40	16.36	13	87
No. 200	54.15	42	58

5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	0
ARENA	42
FINOS	58
Cu =	18.70
Cc =	0.56
Límite Líquido LL (%) =	30
Límite Plástico LP (%) =	17
Índice Plástico IP (%) =	13
Índice de Liquidez IL (%) =	-0.62

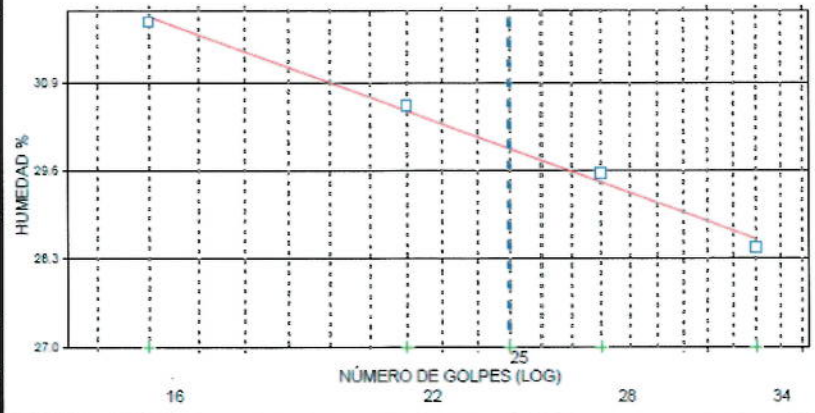
RESUMEN

SUCS:	CL
AASHTO:	A-6
IG(86):	6
IG(45):	6

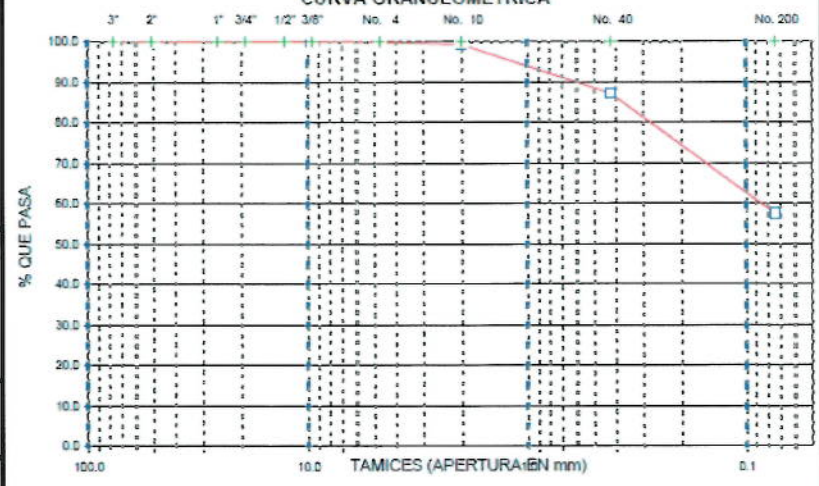
Nombre de Grupo: Arcilla arenosa de baja plasticidad
Descripción Particular: Café claro

Observaciones:

CURVA DE FLUIDEZ



CURVA GRANULOMÉTRICA



GEOSUELOS CIA. LTDA. CONSULTORES

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN NORMA ASTM D-2487

CLIENTE: PROMANVIAL CONSULTING CÍA. | UBICACIÓN: Escombrera
PROYECTO: Rampa calle Boussingault. Acceso Centro Norte de Quito
FECHA: marzo-2016
OPERADOR: MU

PROYECTO: 4677
SONDEO: C-1
MUESTRA: Integral
PROFUND.: 0.00 - 0.00 m

	GOLPES	PES. HUM.	PES. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		194.00	178.98	64.23	13.09	
		194.58	180.89	73.93	12.80	12.94

2.- LÍMITE LÍQUIDO

La muestra no es plástica

3.- LÍMITE PLÁSTICO

La muestra no es plástica

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 313.90 ENSAYO VIA: HÚMEDA
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 277.92

TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
3"	0.00	0	100
2"	0.00	0	100
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	15.83	6	94
3/8"	21.90	8	92
No. 4	33.38	12	88
No. 10	98.79	36	64
No. 40	102.49	37	63
No. 200	173.64	62	38

5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	12
ARENA	50
FINOS	38
Cu =	30
Cc =	1

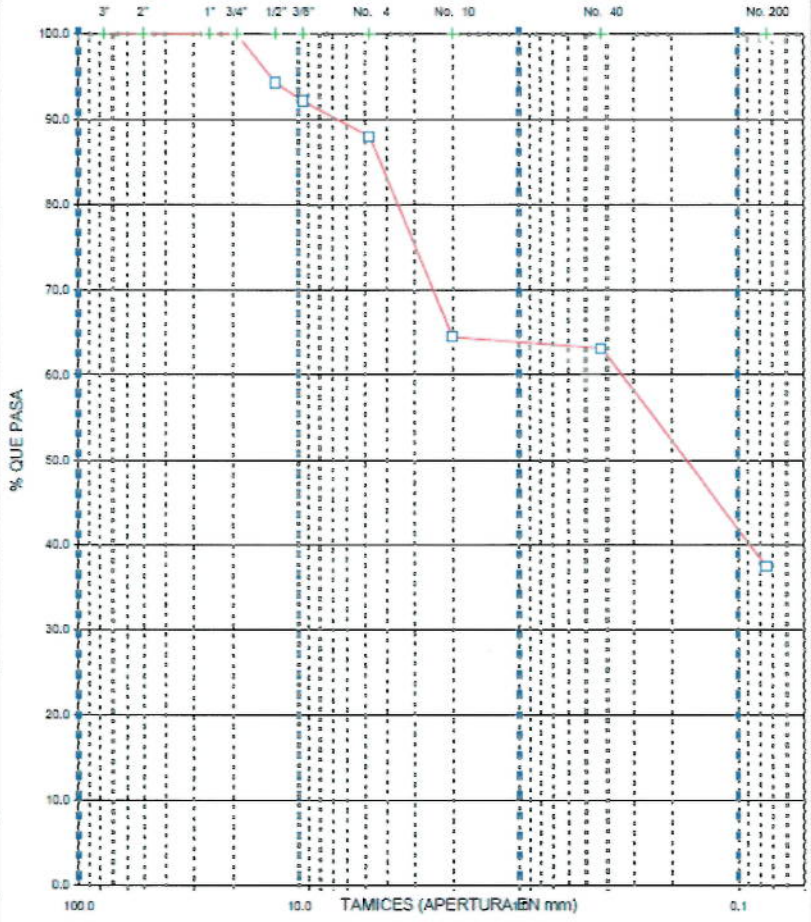
RESUMEN

SUCS:	SM
AASHTO:	A-4
IG(86):	1
IG(45):	1

Nombre de Grupo: Arena limosa
Descripción Particular: Café

Observaciones:

CURVA GRANULOMÉTRICA



ANEXO A-4.1

ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO, COMPROBATORIOS DE CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE

CBR DEL RELLENO

PMV CONSULTING CIA. LTDA.

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

Proyecto : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
Obra : INTERCONEXIÓN CALLE BOUSSINGAULT
Localizacion : RELLENO
Fecha : JUNIO 2016

Calicata No. : PUNTO 4
Profundidad (m.) : 0,20m
Abscisa : 0+160

NORMA AASHTO - T193

Molde No	74				70				43			
No de capas	5				5				5			
No golp. x capa	65				30				10			
Caracteristicas	ANTES SAT.		LUEGO SAT.		ANTES SAT.		LUEGO SAT.		ANTES SAT.		LUEGO SAT.	
P. m. hum.+ mol. g.	11920		12060		11625		11880		11362		11700	
Peso molde g.	7710		7710		7698		7698		7407		7407	
P. muest. hum. g.	4210		4350		3927		4182		3955		4293	
Vol mues. cm^3	2154		2154		2131		2131		2186		2186	
P.unit.hum. g/cm^3	1.955		2.019		1.843		1.962		1.809		1.964	
Cont. humedad	ARR.	ABAJ.	ARR.	ABAJ.	ARR.	ABAJ.	ARR.	ABAJ.	ARR.	ABAJ.	ARR.	ABAJ.
P.cap.+m. hum. g.	77.36	76.08	72.04	71.82	73.42	75.62	71.19	68.30	89.32	86.40	82.50	80.52
P.cap.+m. sec. g.	70.70	69.24	63.00	62.45	67.18	69.24	60.99	58.24	81.04	78.32	69.98	67.24
Peso cáp. g.	20.55	19.32	16.92	15.24	20.31	20.35	15.75	15.27	20.73	17.62	16.53	15.30
Cont. hum. %	13.28	13.70	19.62	19.85	13.31	13.05	22.55	23.41	13.73	13.31	23.42	25.57
Hum. promedio %	13.49		19.73		13.18		22.98		13.52		24.50	
Peso unit. seco g/cm^3	1.722		1.687		1.628		1.596		1.594		1.577	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

Molde No	74	70	43
Peso Muestra Humeda + Molde Despues De Saturar	12060	11880	11700
Peso Muestra Humeda + Molde Antes De Saturar	11920	11625	11362
Peso Agua Absorbida	140	255	338
Porcentaje De Agua Absorbida	3.33	6.49	8.55

DATOS DE ESPONJAMIENTO

Fecha	Tiemp dias	Dial plg x 10^ -3	Esponjamient. %	Dial plg x 10^ -3	Esponjamient. %	Dial plg x 10 ^ -3	Esponjamient. %
	1	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	2	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	3	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	4	0	0.00	0	0.00	0	0.00

DATOS ENSAYO DE PENETRACION

Cte. Anillo = Lect x 1,8835 Lbs/plg^2

Penetración pulg.	Carga tipo lbs/pulg^2	Serie 1 Dial	lb/pl^2	CBR%	serie 2 Dial	lb/pl^2	CBR%	Serie 3 Dial	lb/pl 2	CBR%
0.025		45	84.8		28	52.7		20	37.7	
0,050		86	162.0		56	105.5		38	71.6	
0.075		124	233.6		90	169.5		54	101.7	
0.100	1.000	162	305.1	30.51	118	222.3	22.23	74	139.4	13.94
0.200	1.500	308	580.1	38.67	223	420.0	28.00	136	256.2	17.08
0.300		448	843.8		315	593.3		205	386.1	
0.400		573	1079		402	757.2		264	497.2	
0.500		678	1277		498	938.0		312	587.7	

DATOS DE COMPACT. MODIFICADA	
dmáx g/cm3	h. op. %
1.800	13.43

CBR	
95%=	37.20
90%=	25.00

PMV CONSULTING CIA. LTDA. PROMANVIAL

Proyecto : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
Obra INTERCONEXIÓN CALLE BOUSSINGAULT
Localizacion : RELLENO
Fecha : JUNIO 2016

Calicata No. : PUNTO 4
Profundidad (m.) : 0,20m
Abscisa : 0+160

CURVAS PENETRACION-PRESION

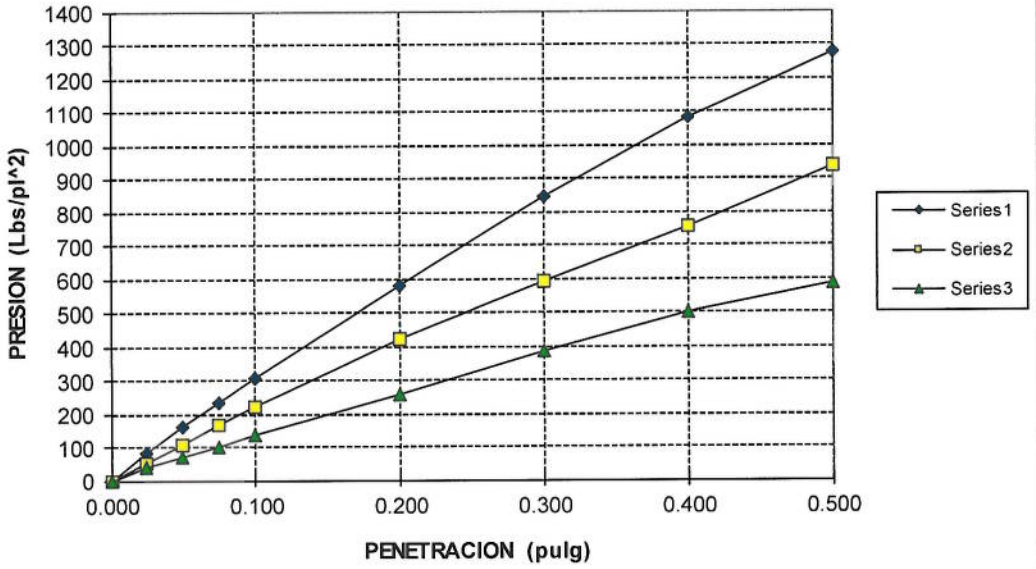
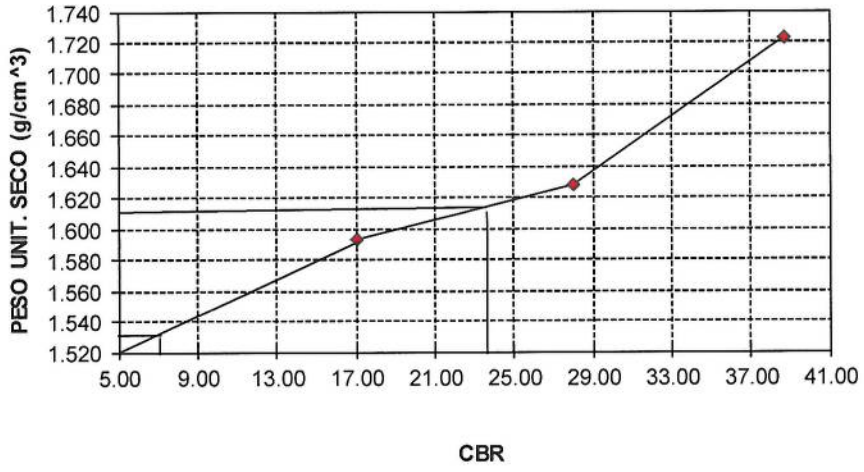


GRAFICO CBR



DENSIDAD SECA DECAMPO 1,701 Kg/cm3 CBR 95% 24,0 CBR 90% 7,0

CBR SUBRASANTE

PMV CONSULTORA CIA. LTDA.

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

Proyecto : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
Obra : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
Localizacion : SUBRASANTE
Fecha : JUNIO 2016

Excavación No : P-1
Profundidad (m.) : 0,30m
Abscisa : 0+020

NORMA AASHTO T-193

Molde No	12				21				7			
No de capas	5				5				5			
No golp. x capa	65				30				10			
Caracteristicas	ANTES SAT.		LUEGO SAT.		ANTES SAT.		LUEGO SAT.		ANTES SAT.		LUEGO SAT.	
P. m. hum.+ mol. g.	10975		11120		10438		10705		11882		12260	
Peso molde g.	6995		6995		6450		6450		8110		8110	
P. muest. hum. g.	3980		4125		3988		4255		3772		4150	
Vol mues. cm^3	2089		2089		2212		2212		2139		2139	
P.unit.hum. g/cm^3	1.905		1.975		1.803		1.924		1.763		1.940	
Cont. humedad	ARR.	ABAJ.	ARR.	ABAJ.	ARR.	ABAJ.	ARR.	ABAJ.	ARR.	ABAJ.	ARR.	ABAJ.
P.cap.+m. hum. g.	41.12	38.00	62.52	67.68	49.68	46.87	66.52	80.10	38.72	36.62	71.42	65.28
P.cap.+m. sec. g.	37.98	35.09	54.74	58.32	45.20	42.92	56.33	66.66	35.62	34.20	58.83	54.05
Peso cáp. g.	20.13	18.33	20.80	20.55	19.69	20.80	19.57	20.58	18.08	20.20	20.48	19.00
Cont. hum. %	17.59	17.36	22.92	24.78	17.56	17.86	27.72	29.17	17.67	17.29	32.83	32.04
Hum. promedio %	17.48		23.85		17.71		28.44		17.48		32.43	
Peso unit. seco g/cm^3	1.622		1.594		1.532		1.498		1.501		1.465	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

Molde No	12	21	7
Peso Muestra Humeda + Molde Despues De Saturar	11120	10705	12260
Peso Muestra Humeda + Molde Antes De Saturar	10975	10438	11882
Peso Agua Absorbida	145	267	378
Porcentaje De Agua Absorbida	3.64	6.70	10.02

DATOS DE ESPONJAMIENTO

Fecha	Tiemp dias	Dial plg x 10^ -3	Esponjamient. %	Dial plg x 10^ -3	Esponjamient. %	Dial plg x 10 ^ -3	Esponjamient. %
	1	22	0.48	28	0.61	36	0.79
	2	23	0.50	30	0.65	38	0.83
	3	24	0.52	32	0.70	40	0.87
	4	26	0.57	34	0.74	42	0.92

DATOS ENSAYO DE PENETRACION

Cte. Anillo = Lect x 0,240 + 2,57

Penetración pulg.	Carga tipo lbs/pulg^2	Serie 1 Dial	lb/pl^2	CBR%	serie 2 Dial	lb/pl^2	CBR%	Serie 3 Dial	lb/pl 2	CBR%
0.025		78	21.3		45	13.4		36	11.2	
0.050		182	46.3		125	32.6		82	22.3	
0.075		280	69.8		196	49.6		128	33.3	
0.100	1.000	372	91.9	9.19	265	66.2	6.62	178	45.3	4.53
0.200	1.500	634	154.7	10.32	487	119.5	7.96	348	86.1	5.74
0.300		821	199.6		632	154.3		487	119.5	
0.400		975	236.6		742	180.7		587	143.5	
0.500		1124	272.3		836	203.2		654	159.5	

DATOS DE COMPACT. MODIFICADA

dmáx g/cm3	h. op. %
1.695	17.66

CBR	
95%=	10.00
90%=	7.50

Proyecto : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
Obra : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
Localización : SUBRASANTE
Fecha : JUNIO 2016

Excavación No : P-1
Profundidad (m.) : 0,30m
Abscisa : 0+020

CURVAS PENETRACION-PRESION

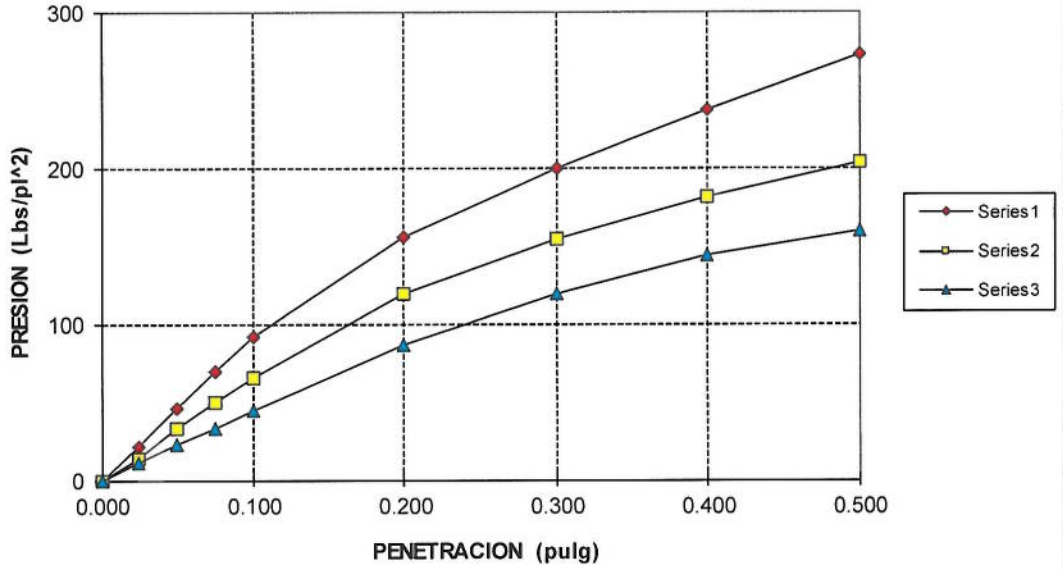
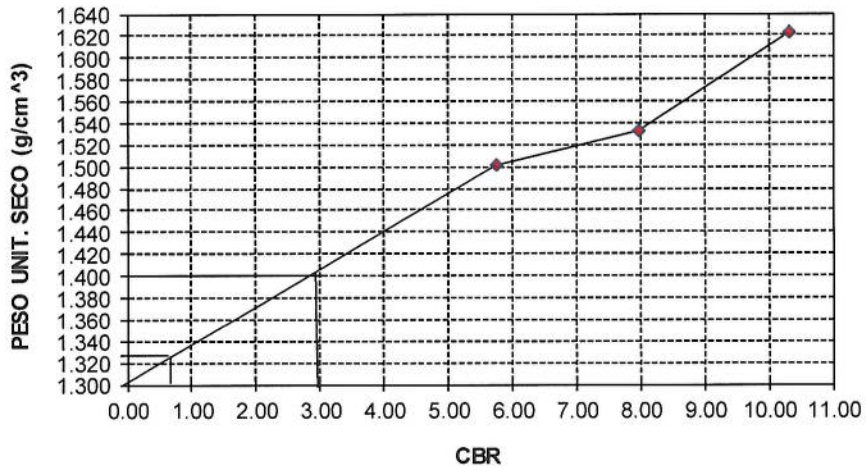


GRAFICO CBR



DENSIDAD DE CAMPO 1,474Kg/cm3 CBR 95% 3,0 - CBR 90% 0,80

CLASIFICACION DE SUELOS

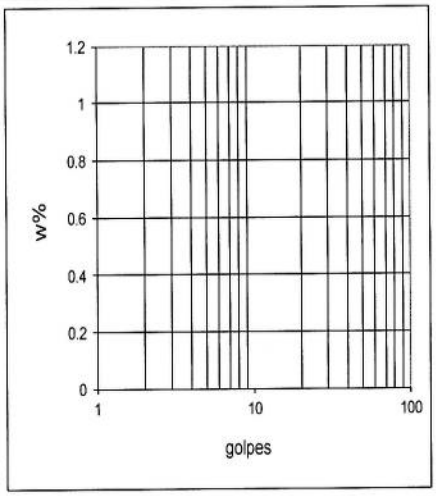
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PMV CONSULTING CIA. LTDA.

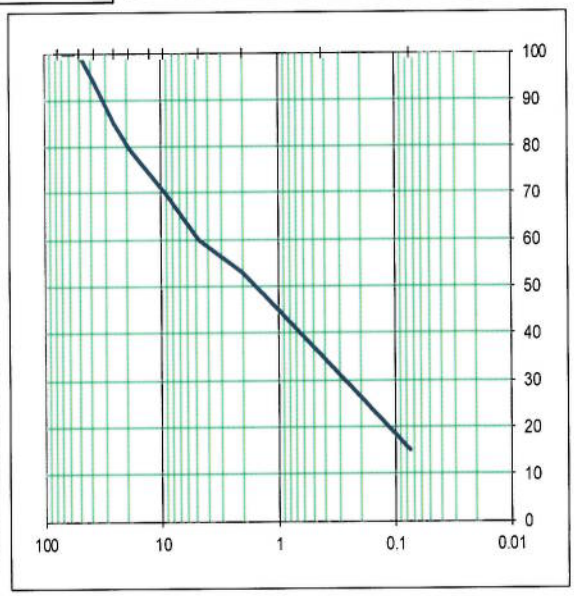
NORMA ASTM D - 2487 -06

PROYECTO: : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT — POZO No. PUNTO-4 — Abscisa: 0+160
UBICACIÓN : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT — MUESTRA: GRANULAR
FECHA : Jun-2016 — REALIZO: G. SANTILLAN — PROF.(m) 0.20

No. DE GOLPES	PESO HÚMEDO gr	PESO SECO	PESO DE CAPS	w %
1.- CONT. DE AGUA				
	91.64	88.74	18.94	4.15
	87.88	85.00	18.18	4.31
			w% =	4.23
2.- LIMITE LIQUIDO				
			LL =	
3.- LIMITE PLASTICO				
			LP =	



4.- GRANULOMETRIA			
PESO INIC.		(H/S) H	
PESO INICIAL DE CALCULO:			6,482.0
TAMIZ	PESO RET.	% RET	% PASA
3"		0.00	100.00
2"	0.00	0.00	100.00
1.5"	390.00	6.02	93.98
1"	980.00	15.12	84.88
3/4"	1,320.00	20.36	79.64
1/2"	1,684.00	25.98	74.02
3/8"	1,907.00	29.42	70.58
No. 4	2,592.00	39.99	60.01
No. 10	3,046.00	46.99	53.01
No. 40	4,213.00	65.00	35.00
No.200	5,510.00	85.00	15.00



5.- CLASIFICACION.-	
GRAVA	40
ARENA	45
FINOS	15

LL =	0.0
LP =	0.0
IP =	0.0
w% =	4.2

SUCS :	SM
AASHTO:	A-1-b
IG(86):	0
IG(45):	0

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PMV CONSULTING CIA. LTDA.

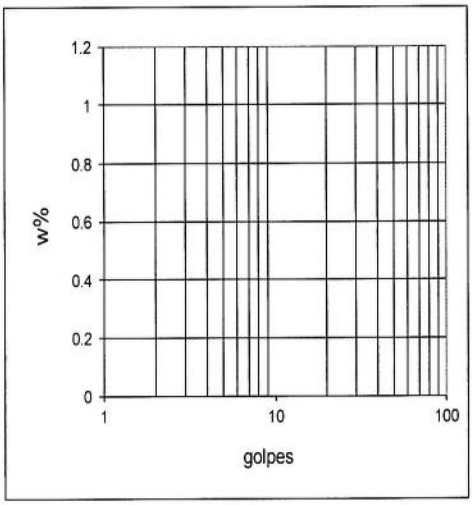
NORMA ASTM D - 2487 -06

PROYECTO: : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
UBICACIÓN : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
FECHA : Jun-2016

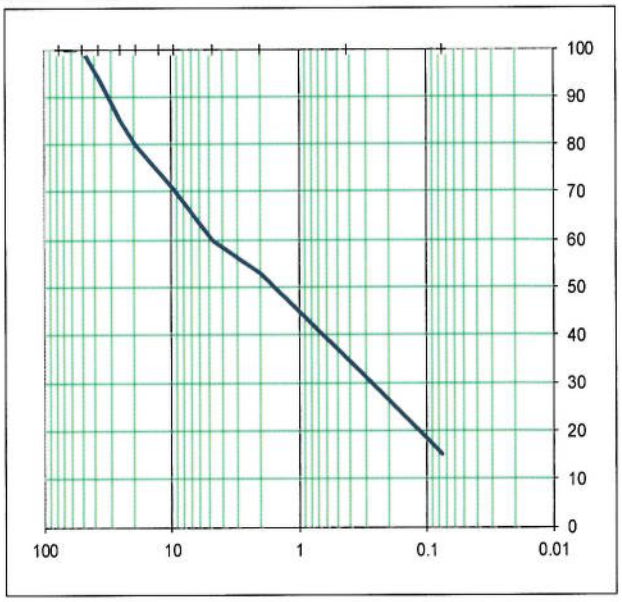
POZO No. PUNTO-4
REALIZO: G. SANTILLAN

Abscisa: 0+160
MUESTRA: GRANULAR
PROF.(m) 0.20

No. DE GOLPES	PESO HÚMEDO gr	PESO SECO	PESO DE CAPS	w %
1.- CONT. DE AGUA				
	91.64	88.74	18.94	4.15
	87.88	85.00	18.18	4.31
			w% =	4.23
2.- LIMITE LIQUIDO				
			LL =	
3.- LIMITE PLASTICO				
			LP =	



4.- GRANULOMETRIA			
PESO INIC.		(H/S) H	
PESO INICIAL DE CALCULO:			6,482.0
TAMIZ	PESO RET.	% RET	% PASA
3"		0.00	100.00
2"	0.00	0.00	100.00
1.5"	390.00	6.02	93.98
1"	980.00	15.12	84.88
3/4"	1,320.00	20.36	79.64
1/2"	1,684.00	25.98	74.02
3/8"	1,907.00	29.42	70.58
No. 4	2,592.00	39.99	60.01
No. 10	3,046.00	46.99	53.01
No. 40	4,213.00	65.00	35.00
No.200	5,510.00	85.00	15.00



5.- CLASIFICACION.-	
GRAVA	40
ARENA	45
FINOS	15

LL =	0.0
LP =	0.0
IP =	0.0
w% =	4.2

SUCS :	SM
AASHTO:	A-1-b
IG(86):	0
IG(45):	0

COMPACTACION DEL RELLENO

COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

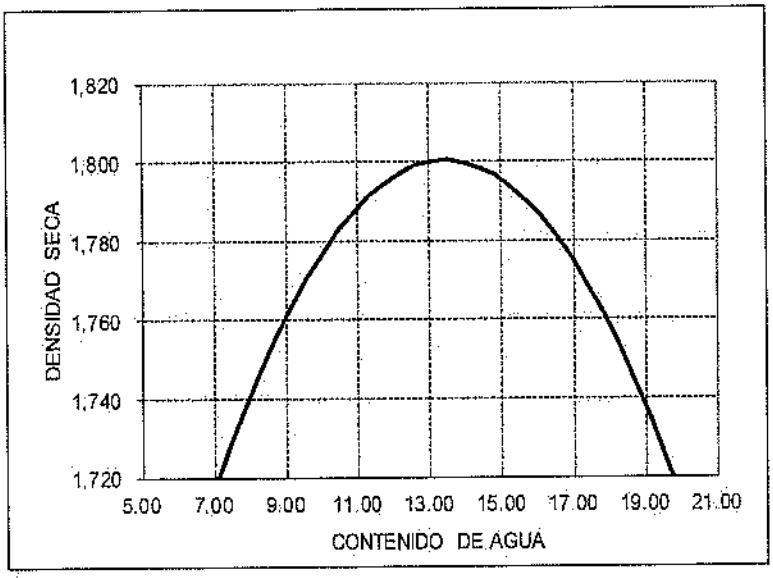
PROY:	: INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT		
OBRA:	: INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT		
UBIC:	Km 0+160	MUESTRA: P4-GRANULAR	
FECHA:	junio 2016	OPERADOR: G. SANTILLAN	PROF(m) 0.30

NORMA ENSAYO ASTM	D1557-09	
GOLPES/CAPA:	56	-
# DE CAPAS:	5	-
W MARTILLO:	4.5	Kg.
H DE CAIDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE		
DIAMETRO:	10	cm
VOLUMEN :	2,134	cm3
PESO :	4,782	gr

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO:	1		2		3		4	
W comp.:	8,796		9,070		9,200		9,199	
W suelo:	4,014		4,288		4,418		4,417	
Dn.Hum:	1,881		2,009		2,070		2,070	
CONTENIDOS DE HUMEDAD:								
W. hum.:	88.10	96.48	78.58	74.60	80.25	81.65	92.15	93.68
W. seco:	82.97	90.69	72.38	68.72	72.13	73.16	80.40	81.82
W. caps:	18.36	19.14	20.31	19.30	19.44	19.44	17.51	19.23
w (%) :	7.94	8.09	11.91	11.90	15.41	15.80	18.68	18.95
media		8.02		11.90		15.61		18.82
Dn.Seca		1,741		1,796		1,791		1,742



RESULTADOS:	DENSIDAD SECA MAXIMA =	1,800 Kg/m3
	CONT. DE AGUA OPTIMO =	13.43 %

HUMEDAD NATURAL 20,68 %

COMPACTACION DE LA SUBRASANTE

COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

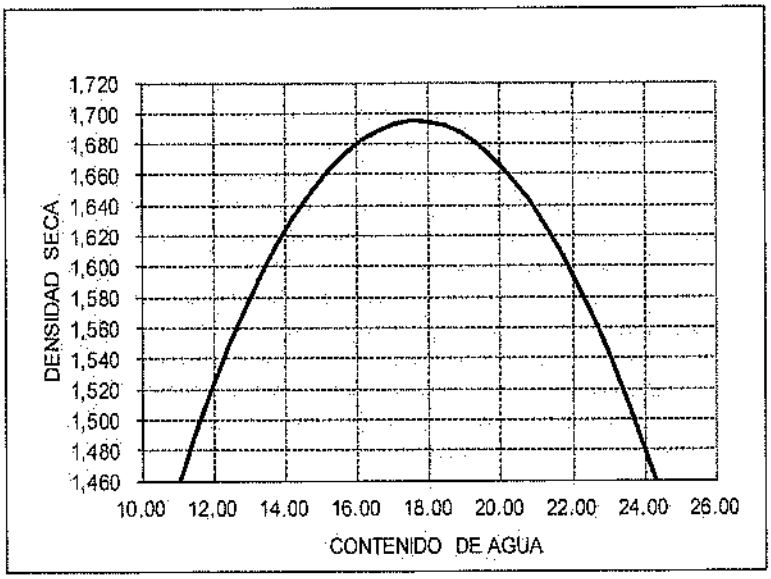
PROY:	: INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT		
OBRA:	: INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT		
UBIC:	Km 0+020	MUESTRA: 1 SUBRASANTE	
FECHA:	junio 2016	OPERADOR: G. SANTILLAN	PROF(m) 0.30

NORMA ENSAYO ASTM	D1557-09	
GOLPES/CAPA:	25	-
# DE CAPAS:	5	-
W MARTILLO:	4.5	Kg.
H DE CAIDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE		
DIAMETRO:	10	cm
VOLUMEN :	970	cm3
PESO :	3,722	gr

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO:	1		2		3		4	
W comp.:	5,436		5,567		5,668		5,560	
W suelo:	1,714		1,845		1,946		1,838	
Dn.Hum:	1,767		1,902		2,006		1,895	
CONTENIDOS DE HUMEDAD:								
W. hum.:	89.85	87.00	86.26	79.27	78.90	82.70	91.80	94.93
W. seco:	82.33	79.65	77.30	71.00	69.20	72.30	78.13	80.59
W. caps:	20.16	20.19	18.80	14.05	18.20	17.60	18.40	18.86
w (%) :	12.10	12.36	15.32	14.52	19.02	19.01	22.89	23.23
media		12.23		14.92		19.02		23.06
Dn.Seca		1,574		1,655		1,686		1,540



RESULTADOS:	DENSIDAD SECA MAXIMA =	1,695 Kg/m3
	CONT. DE AGUA OPTIMO =	17.66 %

HUMEDAD NATURAL 20,68 %

DENSIDADES DE CAMPO

PMV CONSULTING CIA. LTDA.
PROMANVIAL

ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO
METODO CONO DE ARENA

POYECTO: : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT

OBRA : : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT

UBICACIÓN:

FECHA : Junio 2016

REALIZO: : W. CABRERA REVISO: G. SANTILLAN

NORMA ASTM D 1556-07

ABSCISA		0+020	0+110	0+160	
UBICACIÓN		S.RASANTE	RELLENO	RELLENO	
ESPESOR DE LA CAPA	cm	0.30	0.20	0.20	
PESO ARENA + FRASCO (ANTES)	gr.	4642	4735	4445	
PESO ARENA+ FRASCO (DESPUES)	gr.	1821	1726	1590	
PESO ARENA EN CAVIDAD Y CONO	gr.	2821	3009	2855	
PESO ARENA EN EL CONO (DATO)	gr.	1.607	1.607	1.607	
PESO ARENA EN LA CAVIDAD	gr.	12.17	1402	1248	
PESO VOLUMETRICO ARENA	gr /cm3	1.696	1.696	1.696	
VOLUMEN DE LA CAVIDAD	cm3.	0.718	0.826	0.735	
PESO SUELO HUMEDO	gr.	1206	1576	1425	
DENSIDAD HUMEDA	ton/m3	1.680	1.908	1.939	
CALCULO DE LA HUMEDAD					
PESO DE CAPSULA +SUELO HUMEDO	gr.	87.53	80.18	87.53	
PESO CAPSULA + SUELO SECO	gr	79.00	74.13	79.00	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	18.04	20.53	18.04	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	13.99	11.29	13.99	
DENSIDAD SECA	ton /m3	1.474	1.716	1.701	
DENSIDAD ESTAND MOD X		1.695	1.800	1.800	
PORCENTAJE DE COMPACTACION		86.9	95.3	94.5	

DENSIDAD MAXIMA DEL PROCTOR GRANULAR 1,800Kg/cm3
DENSIDAD MAXIMA DEL PROCTOR SUBRASANTE 1,695Kg/cm3

ENSAYOS DCP

ENSAYO DE CBR EN SITIO
PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO

PROYECTO: : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
UBICACIÓN: **0+020**
FECHA: **Jun-16**

OBRA: **RELLENO**
POZO No.: **PUNTO 1**
PROF.: **0,10-0,60**

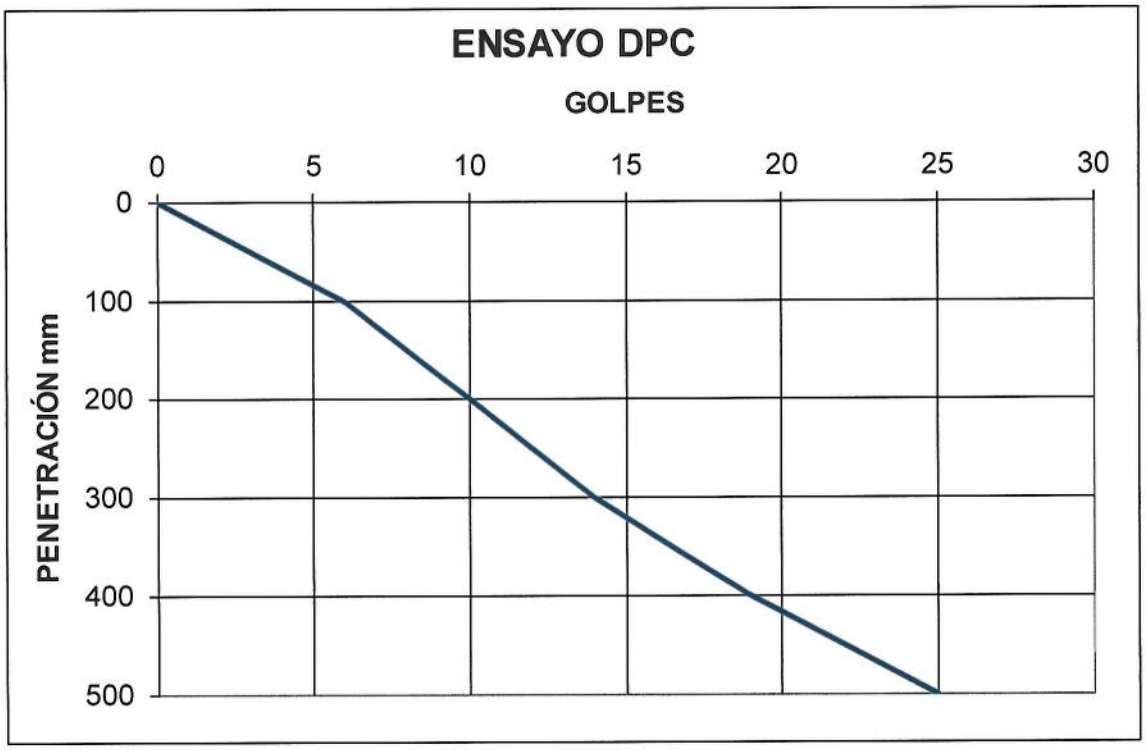
Observaciones: Ensayo realizado a nivel subrasante

DATOS DEL ENSAYO DE CONO DINÁMICO

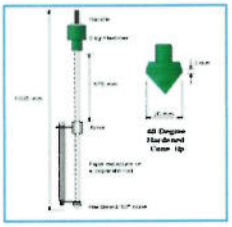
NUMERO DE GOLPES		PENETRACIÓN mm		ÍNDICE PENETRACIÓN	
PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO
6	6	100	100	17	17
4	10	100	200	25	20
4	14	100	300	25	21
5	19	100	400	20	21
6	25	100	500	17	20
INDICE DE PENETRACIÒN PROMEDIO				22	

VALOR CBR

DETALLE	CBR
Ec. 1	10.2
Ec. 2	7.4
Ec. 3	13.5
Ec. 4	15.1
Ec. 5	8.2
Ec. 6	9.1
Adoptado	**7.4**



NOTA: Ec. 1 = Universidad del Cauca, 0.1"
Ec. 2 = U. Católica Colombia
Ec. 3 = 10mo Congreso Pavimentos
Ec. 4 = Kleyn, Marre & Savage, 1982
Ec. 5 = Livneh & Harrison
Ec. 6 = ASTM D 6951-03



ENSAYO DE CBR EN SITIO
PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO

PROYECTO: : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
UBICACIÓN: **0+060**
FECHA: **Jun-16**

OBRA: **RELLENO**
POZO No.: **PUNTO 2**
PROF.: **0,10-0,60**

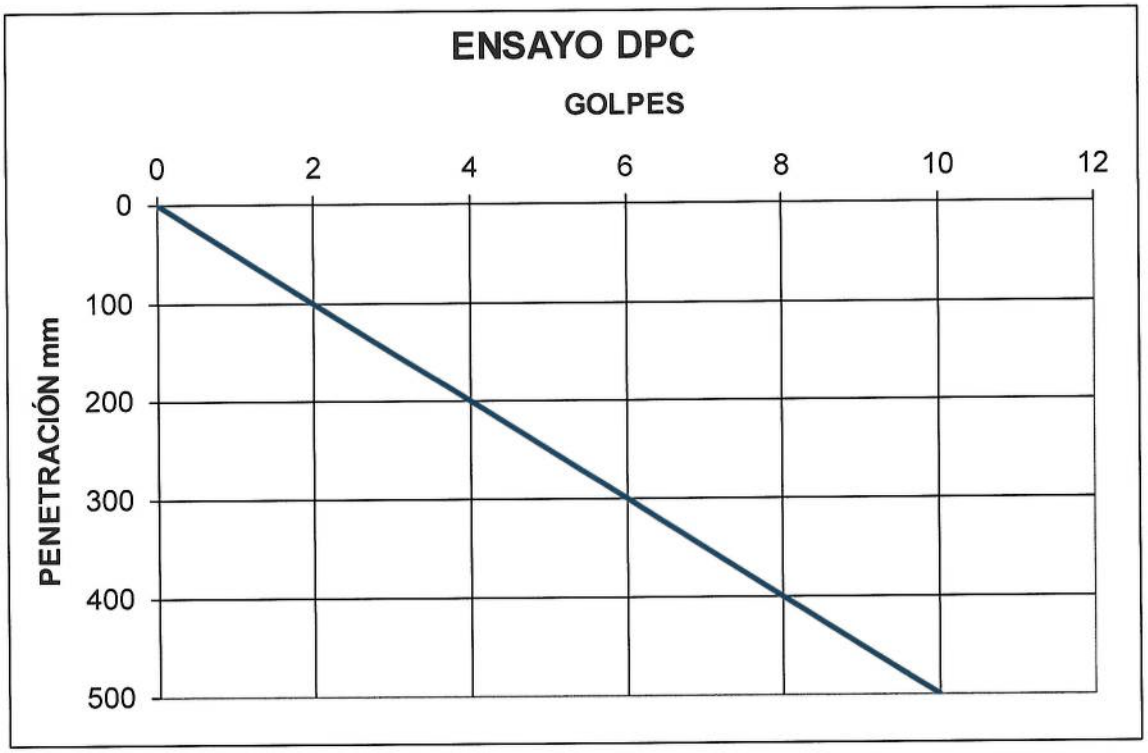
Observaciones: Ensayo realizado a nivel subrasante

DATOS DEL ENSAYO DE CONO DINÁMICO

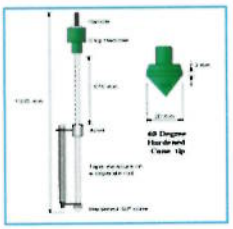
NUMERO DE GOLPES		PENETRACIÓN mm		ÍNDICE PENETRACIÓN	
PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO
2	2	100	100	50	50
2	4	100	200	50	50
2	6	100	300	50	50
2	8	100	400	50	50
2	10	100	500	50	50
INDICE DE PENETRACIÒN PROMEDIO				50	

VALOR CBR

DETALLE	CBR
Ec. 1	5.5
Ec. 2	2.4
Ec. 3	4.9
Ec. 4	6.2
Ec. 5	2.9
Ec. 6	3.7
Adoptado	**2.4**



NOTA: Ec. 1 = Universidad del Cauca, 0.1"
Ec. 2 = U. Católica Colombia
Ec. 3 = 10mo Congreso Pavimentos
Ec. 4 = Kleyn, Marre & Savage, 1982
Ec. 5 = Livneh & Harrison
Ec. 6 = ASTM D 6951-03



ENSAYO DE CBR EN SITIO
PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO

PROYECTO: : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
UBICACIÓN: **0+110**
FECHA: **Jun-16**

OBRA: **RELLENO**
POZO No.: **PUNTO 3**
PROF.: **0,10-0,60**

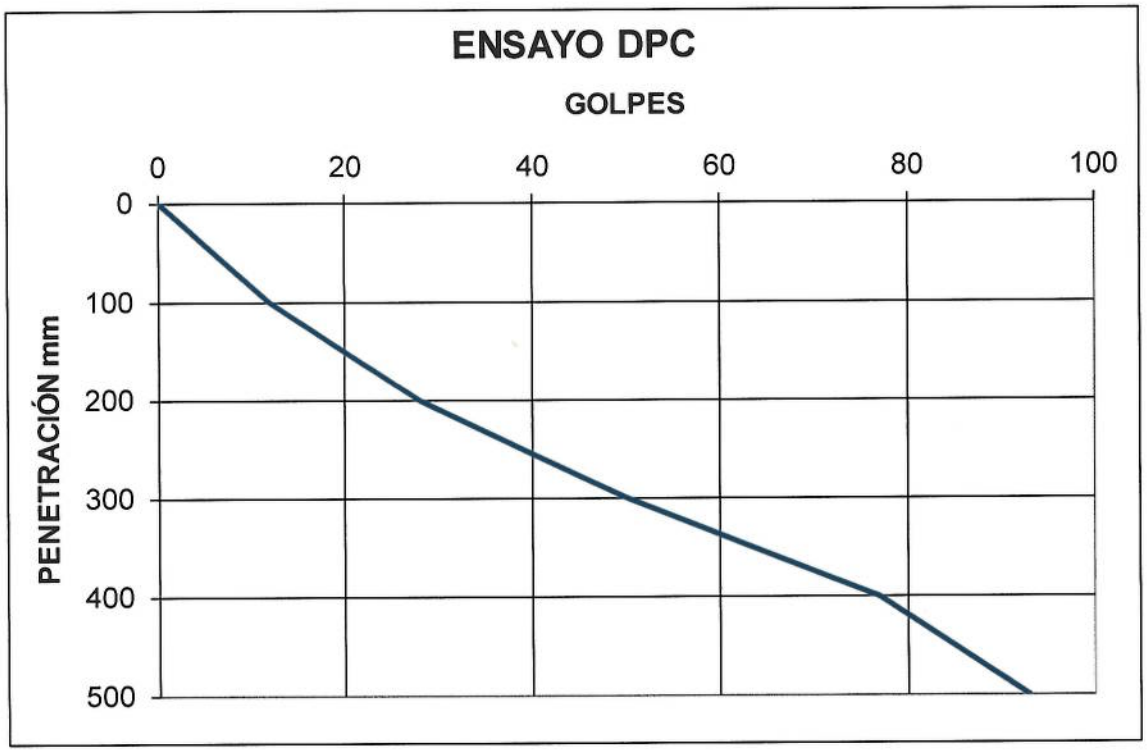
Observaciones: Ensayo realizado en material granular compactado

DATOS DEL ENSAYO DE CONO DINÁMICO

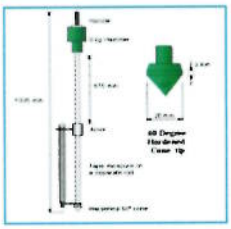
NUMERO DE GOLPES		PENETRACIÓN mm		ÍNDICE PENETRACIÓN	
PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO
12	12	100	100	8	8
16	28	100	200	6	7
22	50	100	300	5	6
27	77	100	400	4	5
16	93	100	500	6	5
INDICE DE PENETRACIÓN PROMEDIO				6	

VALOR CBR

DETALLE	CBR
Ec. 1	26.8
Ec. 2	42.4
Ec. 3	63.7
Ec. 4	58.5
Ec. 5	39.3
Ec. 6	36.7
Adoptado	**26.8**



NOTA: Ec. 1 = Universidad del Cauca, 0.1"
Ec. 2 = U. Católica Colombia
Ec. 3 = 10mo Congreso Pavimentos
Ec. 4 = Kleyn, Marre & Savage, 1982
Ec. 5 = Livneh & Harrison
Ec. 6 = ASTM D 6951-03



ENSAYO DE CBR EN SITIO
PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO

PROYECTO: : INTERCONEXION CALLE BOUSSINGAULT
UBICACIÓN: **0+160**
FECHA: **Jun-16**

OBRA: **RELLENO**
POZO No.: **PUNTO 4**
PROF.: **0,10-0,60**

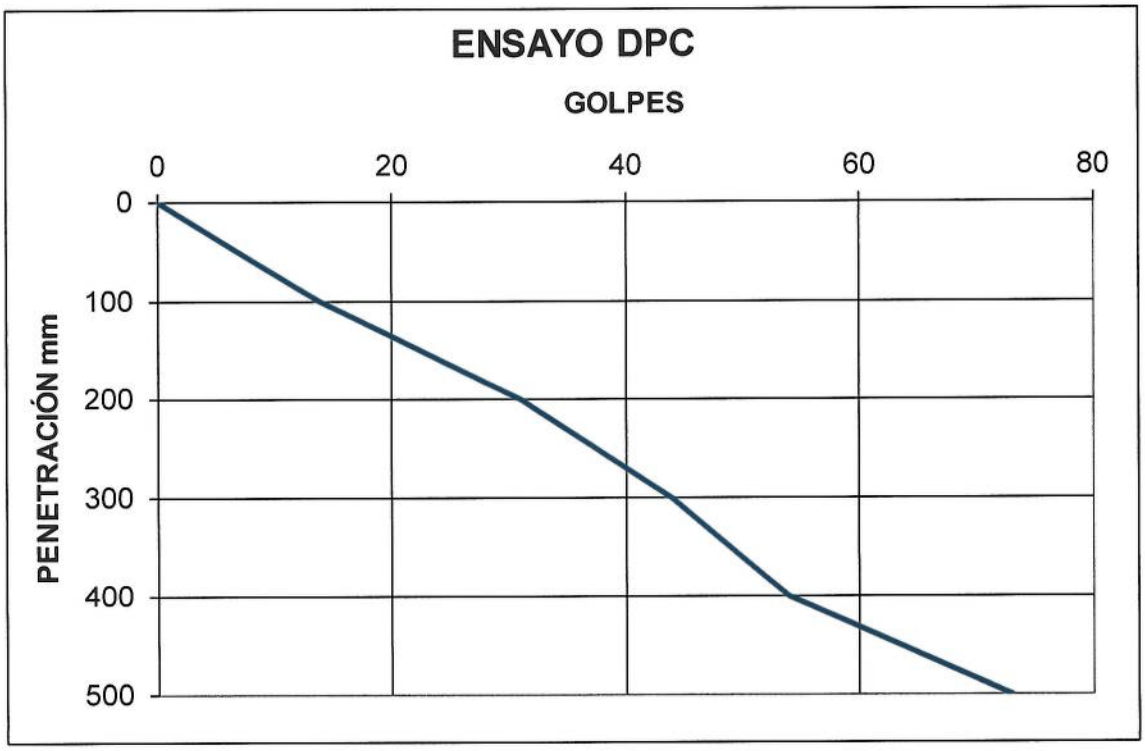
Observaciones: Ensayo realizado en material granular compactado

DATOS DEL ENSAYO DE CONO DINÁMICO

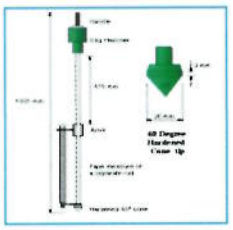
NUMERO DE GOLPES		PENETRACIÓN mm		ÍNDICE PENETRACIÓN	
PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO
14	14	100	100	7	7
17	31	100	200	6	6
13	44	100	300	8	7
10	54	100	400	10	7
19	73	100	500	5	7
INDICE DE PENETRACIÓN PROMEDIO				7	

VALOR CBR

DETALLE	CBR
Ec. 1	25.2
Ec. 2	37.9
Ec. 3	57.7
Ec. 4	53.7
Ec. 5	35.6
Ec. 6	33.5
Adoptado	**25.2**



NOTA: Ec. 1 = Universidad del Cauca, 0.1"
Ec. 2 = U. Católica Colombia
Ec. 3 = 10mo Congreso Pavimentos
Ec. 4 = Kleyn, Marre & Savage, 1982
Ec. 5 = Livneh & Harrison
Ec. 6 = ASTM D 6951-03



ANEXO A-6.1

CALCULO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

Volúmen movimiento de tierras

Acceso Centro Norte Quito (calle Boussingault)

Abscisa	Area (m2)		Volumen (m3)		Volúmen acumulado (m3)		Balance (m3)
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
0+000.000	3.850	2.300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+005.000	3.860	1.750	19.275	12.150	19.275	12.150	7.125
0+010.000	4.030	0.750	19.725	7.500	39.000	19.650	19.350
0+015.000	4.410	0.580	21.100	3.990	60.100	23.640	36.460
0+020.000	4.790	0.480	23.000	3.180	83.100	26.820	56.280
0+025.000	4.810	0.210	24.000	2.070	107.100	28.890	78.210
0+030.000	4.570	0.120	23.450	0.990	130.550	29.880	100.670
0+032.656	4.320	0.500	11.806	0.988	142.356	30.868	111.488
0+035.000	4.480	0.210	10.314	0.999	152.670	31.867	120.803
0+040.000	5.840	0.470	25.800	2.040	178.470	33.907	144.563
0+045.000	7.400	2.470	33.100	8.820	211.570	42.727	168.843
0+045.373	7.440	2.940	2.768	1.211	214.337	43.937	170.400
0+050.000	7.830	7.180	35.327	28.095	249.664	72.032	177.632
0+055.000	8.780	14.050	41.525	63.690	291.189	135.722	155.467
0+058.090	8.320	20.260	26.420	63.611	317.609	199.333	118.276
0+060.000	8.570	17.140	16.130	42.860	333.739	242.194	91.545
0+065.000	9.550	8.710	45.300	77.550	379.039	319.744	59.295
0+070.000	12.380	1.440	54.825	30.450	433.864	350.194	83.670
0+075.000	15.760	0.000	70.350	4.320	504.214	354.514	149.700
0+080.000	18.910	0.000	86.675	0.000	590.889	354.514	236.375
0+085.000	11.540	1.080	76.125	3.240	667.014	357.754	309.260
0+090.000	0.000	26.250	28.850	81.990	695.864	439.744	256.120
0+091.244	0.000	37.490	0.000	47.576	695.864	487.319	208.545
0+095.000	0.000	83.110	0.000	271.784	695.864	759.103	-63.240
0+100.000	0.000	163.090	0.000	738.600	695.864	1,497.703	-801.840
0+105.000	0.000	248.310	0.000	1,234.200	695.864	2,731.903	-2,036.040
0+110.000	0.000	246.370	0.000	1,484.040	695.864	4,215.943	-3,520.080

Volúmen movimiento de tierras

Acceso Centro Norte Quito (calle Boussingault)

Abscisa	Area (m2)		Volumen (m3)		Volúmen acumulado (m3)		Balance (m3)
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
0+115.000	0.000	228.740	0.000	1,425.330	695.864	5,641.273	-4,945.410
0+120.000	0.000	208.380	0.000	1,311.360	695.864	6,952.633	-6,256.770
0+124.398	0.000	190.860	0.000	1,053.515	695.864	8,006.148	-7,310.284
0+125.000	0.000	187.220	0.000	136.562	695.864	8,142.710	-7,446.847
0+130.000	0.000	169.610	0.000	1,070.490	695.864	9,213.200	-8,517.337
0+135.000	0.000	149.310	0.000	956.760	695.864	10,169.960	-9,474.097
0+140.000	0.000	128.400	0.000	833.130	695.864	11,003.090	-10,307.227
0+145.000	0.000	111.030	0.000	718.290	695.864	11,721.380	-11,025.517
0+150.000	0.000	91.390	0.000	607.260	695.864	12,328.640	-11,632.777
0+155.000	0.000	73.240	0.000	493.890	695.864	12,822.530	-12,126.667
0+160.000	0.000	59.470	0.000	398.130	695.864	13,220.660	-12,524.797
0+165.000	0.000	45.430	0.000	314.700	695.864	13,535.360	-12,839.497
0+170.000	0.000	31.150	0.000	229.740	695.864	13,765.100	-13,069.237
0+175.000	0.000	19.890	0.000	153.120	695.864	13,918.220	-13,222.357
0+180.000	0.000	9.020	0.000	86.730	695.864	14,004.950	-13,309.087
0+185.000	2.260	1.820	5.650	32.520	701.514	14,037.470	-13,335.957
0+190.000	7.790	0.000	25.125	5.460	726.639	14,042.930	-13,316.292
0+195.000	13.700	0.000	53.725	0.000	780.364	14,042.930	-13,262.567
0+200.000	20.190	0.000	84.725	0.000	865.089	14,042.930	-13,177.842
0+205.000	24.300	0.000	111.225	0.000	976.314	14,042.930	-13,066.617
0+210.000	27.480	0.000	129.450	0.000	1,105.764	14,042.930	-12,937.167
0+215.000	29.040	0.000	141.300	0.000	1,247.064	14,042.930	-12,795.867
0+216.155	29.430	0.000	33.766	0.000	1,280.830	14,042.930	-12,762.100
0+220.000	29.920	0.000	114.100	0.000	1,394.931	14,042.930	-12,648.000
0+225.000	29.420	0.000	148.350	0.000	1,543.281	14,042.930	-12,499.650
0+230.000	28.850	0.000	145.675	0.000	1,688.956	14,042.930	-12,353.975
0+235.000	27.340	0.000	140.475	0.000	1,829.431	14,042.930	-12,213.500

Volúmen movimiento de tierras

Acceso Centro Norte Quito (calle Boussingault)

Abscisa	Area (m2)		Volumen (m3)		Volúmen acumulado (m3)		Balance (m3)
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
0+240.000	24.290	0.000	129.075	0.000	1,958.506	14,042.930	-12,084.425
0+245.000	20.170	0.000	111.150	0.000	2,069.656	14,042.930	-11,973.275
0+250.000	16.620	0.000	91.975	0.000	2,161.631	14,042.930	-11,881.300
0+250.808	15.900	0.000	13.138	0.000	2,174.769	14,042.930	-11,868.162
0+255.000	13.360	0.000	61.329	0.000	2,236.098	14,042.930	-11,806.833
0+260.000	9.700	0.000	57.650	0.000	2,293.748	14,042.930	-11,749.183
0+265.000	7.850	0.090	43.875	0.270	2,337.623	14,043.200	-11,705.578
0+270.000	14.600	0.000	56.125	0.270	2,393.748	14,043.470	-11,649.723
0+275.000	24.630	0.000	98.075	0.000	2,491.823	14,043.470	-11,551.648
0+280.000	38.850	0.000	158.700	0.000	2,650.523	14,043.470	-11,392.948
0+285.000	31.490	0.000	175.850	0.000	2,826.373	14,043.470	-11,217.098
0+285.462	30.550	0.000	14.331	0.000	2,840.704	14,043.470	-11,202.766

Diferencia volúmen movimiento de tierras por relleno adicional
Acceso Centro Norte Quito (calle Boussingault)

Abscisa	Diferencia volúmenes relleno (m3)	
	Parcial	Acumulado
0+000,000	-	-
0+005,000	9,90	9,90
0+010,000	25,97	35,87
0+015,000	53,82	89,69
0+020,000	81,38	171,07
0+025,000	105,44	276,51
0+030,000	133,29	409,79
0+032,656	81,65	491,45
0+035,000	76,47	567,92
0+040,000	176,25	744,17
0+045,000	197,18	941,35
0+045,373	15,64	956,98
0+050,000	201,31	1.158,29
0+055,000	239,09	1.397,38
0+058,090	165,82	1.563,20
0+060,000	108,59	1.671,79
0+065,000	277,23	1.949,02
0+070,000	247,67	2.196,69
0+075,000	173,78	2.370,47
0+080,000	80,39	2.450,85
0+085,000	51,02	2.501,87
0+090,000	103,46	2.605,33
0+091,612	48,65	2.653,98
0+095,000	118,13	2.772,11
0+100,000	216,97	2.989,09
0+105,000	249,65	3.238,73
0+110,000	266,21	3.504,94
0+115,000	288,62	3.793,56
0+120,000	308,48	4.102,04
0+125,000	318,98	4.421,02
0+125,133	8,56	4.429,58
0+130,000	300,92	4.730,50
0+135,000	301,06	5.031,56
0+140,000	319,64	5.351,20
0+145,000	337,89	5.689,08
0+150,000	345,11	6.034,20
0+155,000	347,23	6.381,42
0+160,000	336,67	6.718,09
0+165,000	305,75	7.023,83
0+170,000	262,18	7.286,02
0+175,000	208,00	7.494,02
0+180,000	114,51	7.608,53
0+185,000	43,59	7.652,12
0+190,000	19,21	7.671,33
0+195,000	2,54	7.673,87
0+200,000	0,40	7.674,26
0+205,000	-	7.674,26
0+210,000	-	7.674,26
0+215,000	-	7.674,26
0+220,000	-	7.674,26
0+221,870	-	7.674,26
0+225,000	-	7.674,26
0+230,000	-	7.674,26
0+235,000	-	7.674,26
0+240,000	-	7.674,26
0+245,000	-	7.674,26
0+250,000	-	7.674,26
0+255,000	-	7.674,26
0+260,000	-	7.674,26
0+261,978	0,23	7.674,50
0+265,000	0,98	7.675,48
0+270,000	1,02	7.676,50
0+275,000	-	7.676,50
0+280,000	0,30	7.676,80
0+285,000	0,66	7.677,46
0+290,000	1,85	7.679,30
0+295,000	1,98	7.681,28
0+300,000	1,75	7.683,03
0+302,086	1,20	7.684,23

ANEXO A-6.2

DATOS DE LATERALES

Laterales

Acceso Centro Norte Quito (calle Boussingault)

Abscisa	Lateral izquierda				Eje central		Lateral Derecha			
	Distancia	Este	Norte	Elevación	Este	Norte	Distancia	Este	Norte	Elevación
0+000.000	(2.849)	502,390.334	9,978,865.420	2,793.263	502,389.588	9,978,868.169	-	502,389.588	9,978,868.169	2,793.220
0+005.000	(2.954)	502,385.537	9,978,864.008	2,792.600	502,384.762	9,978,866.858	-	502,384.762	9,978,866.858	2,792.627
0+010.000	(2.964)	502,380.714	9,978,862.687	2,792.012	502,379.937	9,978,865.548	-	502,379.937	9,978,865.548	2,792.045
0+015.000	(2.980)	502,375.893	9,978,861.361	2,791.438	502,375.112	9,978,864.237	9.021	502,372.747	9,978,872.942	2,791.236
0+020.000	(2.943)	502,371.059	9,978,860.086	2,790.916	502,370.287	9,978,862.926	8.715	502,368.002	9,978,871.336	2,790.890
0+025.000	(2.913)	502,366.226	9,978,858.805	2,790.408	502,365.462	9,978,861.615	8.542	502,363.223	9,978,869.859	2,790.472
0+030.000	(2.850)	502,361.384	9,978,857.554	2,789.939	502,360.637	9,978,860.305	8.678	502,358.362	9,978,868.679	2,789.865
0+032.656	(2.823)	502,358.814	9,978,856.884	2,789.691	502,358.073	9,978,859.608	8.761	502,355.777	9,978,868.062	2,789.542
0+035.000	(2.801)	502,356.482	9,978,856.300	2,789.475	502,355.805	9,978,859.018	8.727	502,353.698	9,978,867.486	2,789.319
0+040.000	(2.776)	502,351.475	9,978,855.199	2,789.010	502,350.928	9,978,857.921	8.423	502,349.267	9,978,866.179	2,789.077
0+045.000	(2.777)	502,346.428	9,978,854.302	2,788.543	502,346.005	9,978,857.047	8.630	502,344.689	9,978,865.576	2,789.022
0+045.373	(2.777)	502,346.050	9,978,854.244	2,788.509	502,345.636	9,978,856.990	8.637	502,344.348	9,978,865.531	2,789.003
0+050.000	(2.778)	502,341.346	9,978,853.635	2,788.081	502,341.048	9,978,856.397	8.689	502,340.115	9,978,865.036	2,788.671
0+055.000	(2.808)	502,336.241	9,978,853.170	2,787.599	502,336.066	9,978,855.973	8.750	502,335.523	9,978,864.706	2,788.314
0+058.090	(2.820)	502,333.076	9,978,853.007	2,787.307	502,332.980	9,978,855.825	8.772	502,332.681	9,978,864.591	2,788.057
0+060.000	(2.854)	502,330.950	9,978,852.982	2,787.108	502,331.070	9,978,855.833	8.799	502,331.443	9,978,864.624	2,787.933
0+065.000	(2.923)	502,325.428	9,978,853.704	2,786.576	502,326.129	9,978,856.541	8.906	502,328.266	9,978,865.186	2,787.635
0+070.000	(2.889)	502,320.191	9,978,855.606	2,786.062	502,321.427	9,978,858.217	9.055	502,325.303	9,978,866.400	2,787.381
0+075.000	(2.557)	502,315.620	9,978,858.746	2,785.844	502,317.152	9,978,860.793	9.170	502,322.646	9,978,868.136	2,787.019
0+080.000	(2.725)	502,311.440	9,978,862.354	2,785.560	502,313.474	9,978,864.168	9.037	502,320.217	9,978,870.183	2,786.132
0+085.000	(2.878)	502,308.054	9,978,866.754	2,785.233	502,310.539	9,978,868.205	9.782	502,318.987	9,978,873.138	2,783.305
0+090.000	(4.665)	502,304.050	9,978,871.241	2,782.389	502,308.465	9,978,872.746	13.342	502,321.094	9,978,877.050	2,780.286

Laterales

Acceso Centro Norte Quito (calle Boussingault)

Abscisa	Lateral izquierda				Eje central		Lateral Derecha			
	Distancia	Este	Norte	Elevación	Este	Norte	Distancia	Este	Norte	Elevación
0+091.244	(5.764)	502,302.552	9,978,872.347	2,781.494	502,308.093	9,978,873.933	13.916	502,321.473	9,978,877.761	2,779.741
0+095.000	(9.967)	502,297.450	9,978,876.331	2,778.197	502,307.335	9,978,877.608	15.364	502,322.572	9,978,879.576	2,778.280
0+100.000	(16.548)	502,290.687	9,978,883.781	2,773.138	502,307.193	9,978,882.598	16.543	502,323.694	9,978,881.415	2,776.822
0+105.000	(19.764)	502,289.005	9,978,892.817	2,770.310	502,308.045	9,978,887.516	17.233	502,324.647	9,978,882.894	2,775.679
0+110.000	(18.939)	502,292.986	9,978,900.770	2,770.170	502,309.857	9,978,892.167	17.662	502,325.591	9,978,884.144	2,774.703
0+115.000	(17.720)	502,298.685	9,978,907.391	2,770.291	502,312.558	9,978,896.365	17.792	502,326.486	9,978,885.295	2,773.926
0+120.000	(17.735)	502,304.623	9,978,913.517	2,769.589	502,316.038	9,978,899.944	17.634	502,327.388	9,978,886.448	2,773.365
0+124.398	(17.559)	502,310.859	9,978,917.673	2,769.096	502,319.635	9,978,902.464	17.382	502,328.322	9,978,887.409	2,772.980
0+125.000	(17.148)	502,311.586	9,978,917.618	2,769.286	502,320.156	9,978,902.765	17.345	502,328.825	9,978,887.741	2,772.928
0+130.000	(15.147)	502,316.917	9,978,918.384	2,769.925	502,324.487	9,978,905.264	17.192	502,333.079	9,978,890.373	2,772.371
0+135.000	(14.114)	502,321.764	9,978,919.988	2,769.918	502,328.818	9,978,907.763	17.470	502,337.549	9,978,892.631	2,771.496
0+140.000	(13.065)	502,326.619	9,978,921.579	2,769.922	502,333.149	9,978,910.262	17.457	502,341.873	9,978,895.141	2,770.815
0+145.000	(11.938)	502,331.513	9,978,923.101	2,769.980	502,337.479	9,978,912.761	16.700	502,345.826	9,978,898.296	2,770.629
0+150.000	(10.876)	502,336.375	9,978,924.679	2,769.996	502,341.810	9,978,915.260	15.867	502,349.740	9,978,901.516	2,770.494
0+155.000	(9.786)	502,341.250	9,978,926.235	2,770.031	502,346.141	9,978,917.758	14.907	502,353.591	9,978,904.846	2,770.444
0+160.000	(8.725)	502,346.111	9,978,927.815	2,770.048	502,350.472	9,978,920.257	13.975	502,357.456	9,978,908.152	2,770.375
0+165.000	(7.684)	502,350.963	9,978,929.411	2,770.053	502,354.803	9,978,922.756	13.103	502,361.351	9,978,911.407	2,770.267
0+170.000	(6.597)	502,355.836	9,978,930.969	2,770.087	502,359.133	9,978,925.255	12.198	502,365.229	9,978,914.690	2,770.181
0+175.000	(5.525)	502,360.703	9,978,932.539	2,770.112	502,363.464	9,978,927.754	11.206	502,369.064	9,978,918.048	2,770.152
0+180.000	(4.486)	502,365.553	9,978,934.138	2,770.114	502,367.795	9,978,930.253	10.122	502,372.854	9,978,921.485	2,770.184
0+185.000	(3.463)	502,370.395	9,978,935.751	2,770.106	502,372.126	9,978,932.752	9.033	502,376.640	9,978,924.928	2,770.220
0+190.000	(2.539)	502,375.188	9,978,937.449	2,770.032	502,376.457	9,978,935.250	8.504	502,380.707	9,978,927.885	2,770.158
0+195.000	(2.746)	502,379.415	9,978,940.128	2,769.859	502,380.787	9,978,937.749	8.832	502,385.201	9,978,930.099	2,770.124

Laterales

Acceso Centro Norte Quito (calle Boussingault)

Abscisa	Lateral izquierda				Eje central		Lateral Derecha			
	Distancia	Este	Norte	Elevación	Este	Norte	Distancia	Este	Norte	Elevación
0+200.000	(3.009)	502,383.614	9,978,942.855	2,769.699	502,385.118	9,978,940.248	9.125	502,389.679	9,978,932.344	2,770.021
0+205.000	(3.192)	502,387.853	9,978,945.512	2,769.378	502,389.449	9,978,942.747	9.292	502,394.093	9,978,934.699	2,769.663
0+210.000	(3.303)	502,392.129	9,978,948.106	2,768.914	502,393.780	9,978,945.246	9.455	502,398.505	9,978,937.056	2,769.300
0+215.000	(3.328)	502,396.447	9,978,950.627	2,768.280	502,398.110	9,978,947.745	9.504	502,402.860	9,978,939.513	2,768.707
0+216.155	(3.329)	502,397.447	9,978,951.205	2,768.122	502,399.111	9,978,948.322	9.509	502,403.863	9,978,940.086	2,768.559
0+220.000	(3.322)	502,400.966	9,978,953.117	2,767.583	502,402.486	9,978,950.163	9.548	502,406.855	9,978,941.673	2,768.067
0+225.000	(3.300)	502,405.677	9,978,955.333	2,766.908	502,407.001	9,978,952.310	9.528	502,410.823	9,978,943.583	2,767.389
0+230.000	(3.243)	502,410.527	9,978,957.218	2,766.249	502,411.640	9,978,954.172	9.641	502,414.949	9,978,945.116	2,767.068
0+235.000	(3.153)	502,415.492	9,978,958.763	2,765.605	502,416.387	9,978,955.740	9.537	502,419.094	9,978,946.595	2,766.397
0+240.000	(3.050)	502,420.542	9,978,959.980	2,765.018	502,421.223	9,978,957.008	9.423	502,423.328	9,978,947.823	2,765.789
0+245.000	(2.864)	502,425.664	9,978,960.798	2,764.351	502,426.128	9,978,957.972	9.257	502,427.628	9,978,948.837	2,765.161
0+250.000	(2.729)	502,430.811	9,978,961.343	2,763.870	502,431.084	9,978,958.627	9.114	502,431.997	9,978,949.559	2,764.663
0+250.808	(2.704)	502,431.645	9,978,961.398	2,763.794	502,431.889	9,978,958.704	9.096	502,432.708	9,978,949.645	2,764.601
0+255.000	(2.595)	502,435.974	9,978,961.566	2,763.474	502,436.072	9,978,958.972	8.989	502,436.411	9,978,949.989	2,764.285
0+260.000	(2.529)	502,441.133	9,978,961.533	2,763.297	502,441.071	9,978,959.005	8.830	502,440.852	9,978,950.177	2,763.923
0+265.000	(2.686)	502,446.296	9,978,961.401	2,763.156	502,446.062	9,978,958.725	8.960	502,445.281	9,978,949.799	2,764.222
0+270.000	(2.595)	502,451.413	9,978,960.700	2,763.590	502,451.026	9,978,958.134	9.690	502,449.581	9,978,948.553	2,765.803
0+275.000	(2.524)	502,456.475	9,978,959.701	2,763.595	502,455.944	9,978,957.234	11.219	502,453.580	9,978,946.267	2,769.010
0+280.000	(2.505)	502,461.475	9,978,958.440	2,763.705	502,460.795	9,978,956.029	11.470	502,457.684	9,978,944.989	2,769.661
0+285.000	(2.530)	502,466.399	9,978,956.910	2,763.900	502,465.562	9,978,954.523	11.190	502,461.860	9,978,943.963	2,769.296
0+285.462	(2.535)	502,466.850	9,978,956.756	2,763.924	502,465.998	9,978,954.369	11.153	502,462.247	9,978,943.866	2,769.234