ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

"ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA PARA EL TRAZADO DE LA CARRETERA SACACHÚN – LA CIENEGA, AL SUR DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA"

TESIS DE GRADO

Previa la obtención de Titulo de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

JUSTINE DANIELA BRAVO CASTRO

EDUARDO ENRIQUE JALON VILLAGRAN

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2016

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro profundo agradecimiento al Ing. Miguel Ángel Chávez, por su excelente tutoría durante la realización del proyecto, brindado su vasta experiencia y conocimientos en el área de Ingeniería Civil y a todas aquellas personas que, de manera desinteresada colaboraron con su apoyo en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios y a nuestros padres por apoyarnos y ayudarnos durante nuestra formación profesional

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

_____
M.Sc. Alby Aguilar Pesantes
DIRECTORA DE FICT

_____
Ph.D. Miguel Ángel Chávez
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Graduación, me corresponde exclusivamente; y al patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral “.

(Reglamento de graduación de la ESPOL)

_____
Justine Daniela Bravo Castro

_____
Eduardo Enrique Jalón Villagrán

RESUMEN

El presente estudio trata del prediseño de la nueva vía “Sacachún – La Ciénega”, que comunica a las comunidades de Sacachún y la Ciénega ubicadas en la provincia de Santa Elena, se enfoca principalmente al beneficio que brinda la construcción de una obra de ingeniería civil a comunidades aledañas a este, generando el menor daño posible a su entorno social y ambiental.

Realizando los respectivos estudios de tránsito y de calidad del suelo se determinó el tipo de vía a diseñar y con la ayuda de hojas de cálculo electrónicas y el programa AUTODESK CIVIL 3D, se modelaron las estructuras que intervienen en la conformación de la vía, como, taludes de corte y relleno, alcantarillas, cunetas, etc.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO……
……ii
DEDICATORIA……
……iii
TRIBUNAL DE
EVALUACIÓN……iv
DECLARACIÓN
EXPRESA……v
RESUMEN……
.....vi
LISTA DE
TABLAS……...xi
LISTA DE
ILUSTRACIONES……..…..xvi

CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES 13
1.1 Descripción General 13
1.2 Ubicación 15
1.3 Objetivos 16
1.3.1 Objetivo General 16
1.3.2 Objetivos Específicos 17
1.4 Justificación 17
1.5 Estudios Topográficos 18
CAPÍTULO II VÍAS DE COMUNICACIÓN 20
2.1 Estudios de Tránsito 20
2.1.1 Conteo de Tráfico 21
2.1.2 Vehículo de Diseño 23
2.1.3 Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) 25
2.1.4 Cálculo del TPDA 31
2.1.5 Clasificación del tipo de carretera de acuerdo al tráfico 33
2.2 Estudios de Velocidad 38
2.2.1 Velocidad de Diseño 38
2.2.2 Velocidad de Operación o Circulación 40
2.3 Distancia de Seguridad entre dos Vehículos 41
2.4 Distancia de Visibilidad de Parada 42
2.5 Distancia de velocidad de rebase entre dos vehículos 46
2.6 Señalización 54
2.6.1 Señalización Horizontal 55
2.6.2 Señalización Vertical 61
CAPÍTULO III ALTERNATIVAS DE RUTA Y DISEÑO GEOMÉTRICO 76
3.1 Alternativas de diseño geométrico para la vía Sacachún-La Ciénega 76
3.2 Criterios de Selección de Ruta 79

3.3 Diseño Geométrico 82
3.3.1 Alineamiento Horizontal 82
3.3.2 Alineamiento Vertical 92
3.3.3 Relación entre los alineamientos horizontal y vertical 104
3.3.4 Sección transversal típica 105
CAPÍTULO IV DISEÑO DE PAVIMENTOS 111
4.1 Mecánica de Suelos 111
4.2 Propiedades de los suelos 112
4.2.1 Análisis Granulométrico 112
4.2.2 Estados de consistencia 117
4.2.3 Compacidad del suelo 126
4.2.4 Resistencia del suelo 131
4.3 Clasificación de suelos 151
4.3.1 Clasificación general de Casagrande 151
4.3.2 Clasificación de la AASHTO 153
4.4 Resumen estudios de suelos 155
4.5 Pavimento Flexible 157
4.6 Dimensionamiento de pavimento DTS 157
4.6.1 Variables de diseño 158
4.6.2 Cálculo de ejes equivalentes ESAL'S (W18) 176
4.6.3 Análisis de expansividad de la subrasante de la vía 184
4.7 Fuente de materiales 186
CAPÍTULO V ESTUDIO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE 192
5.1 Generalidades 192
5.2 Drenaje Superficial 193
5.2.1 Drenaje Longitudinal 193
5.2.2 Drenaje Transversal 197
5.3 Diseño de las alcantarillas de drenaje y obras complementarias del tramo vial 214
5.3.1 Información disponible y criterios de diseño 214
5.3.2 Ubicación de alcantarillas 215
5.3.3 Método de cálculo 216
5.3.4 Canales de intercepción 226
5.3.5 Protecciones a la salida de alcantarillas 228
5.4 Resumen del sistema de drenaje 233
CAPÍTULO VI DISEÑO DEL PUENTE 234
6.1 Descripción general del sitio 234
6.2 Estudio de tráfico 236
6.3 Descripción del puente 237
6.3.1 Descripción de la estructura 239
6.4 Estudio de cimentación 251
6.4.1 Perforaciones 251
6.4.2 Descripción y caracterización geomecánica del subsuelo. 257
6.4.3 Análisis de capacidad portante y recomendaciones 258

6.4.4 Análisis de asentamientos 268
6.5 Estudio de socavación 271
6.5.1 Socavación General 272
6.5.2 Socavación Local 272
6.5.3 Método de LISCHTVAN-LEVEDIEV 273
6.5.4 Modelación en HEC-RAS 278
6.5.5 Descripción del caso de estudio 287
6.5.6 Resultados 289
CAPÍTULO VII IMPACTO AMBIENTAL 293
7.1 Resumen del proyecto 293
7.2 Objetivo 295
7.2.1 Objetivo General 295
7.2.2 Objetivos Específicos 295
7.3 Metodología 295
7.4 Marco Legal 303
7.5 Línea Base Ambiental 362
7.5.1 Caracterización del medio físico 362
7.5.2 Caracterización del medio biológico 366
7.5.3 Caracterización del medio social y económico 367
7.6 Determinación de las áreas de influencia del proyecto 369
7.6.1 Área de influencia directa 369
7.6.2 Área de influencia indirecta 369
7.7 Impactos Ambientales 372
7.7.1 Impactos Ambientales Positivos 372
7.7.2 Impactos Ambientales Negativos 372
7.8 Valorización y Evaluación de los Impactos Ambientales 373
7.9 Plan de Manejo Ambiental 380
7.9.1 Medidas de Corrección o Mitigación 380
7.9.2 Medidas Compensatorias 380
7.9.3 Medidas de Prevención 381
7.9.4 Medidas de Contingencia 381
7.10 Costos Ambientales 384
7.11 Conclusiones y Recomendación 385
CAPÍTULO VIII PRESUPUESTO 387
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 392
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 397
APÉNDICE 400

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1. Ubicación de la carretera Sacachún - La Cienega 16

Ilustración 2.1. Camino con oleoducto de gas licuado 21
Ilustración 2.2. Camino básico de dos carriles 37
Ilustración 2.3. Distancia de visibilidad de parada 42
Ilustración 2.4. Etapas de la maniobra para adelantamiento en carretera de dos carriles 48
Ilustración 2.5. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta. 59
Ilustración 2.6. Demarcadores (ojos de gato, tacha) 60
Ilustración 2.7. Señalización líneas de borde 61
Ilustración 2.8. Ubicación de señales verticales. 64
Ilustración 2.9. Soporte tipo pórtico 65
Ilustración 2.10. Límite máximo de velocidad. 67
Ilustración 2.11. Reduzca la velocidad. 68
Ilustración 2.12. Curvas cerradas 69
Ilustración 2.13. Curvas abiertas 69
Ilustración 2.14. Curva y contra curva cerrada. 70
Ilustración 2.15. Curva y contra curva abierta 71
Ilustración 2.16. Vía sinuosa. 72
Ilustración 2.17. Zona de derrumbes. 73
Ilustración 2.18. Animales en la vía. 73
Ilustración 2.19. Kilómetros /hora. 74
Ilustración 2.20. Señalización puente 75

Ilustración 3.1. Alternativa de trazado de Ruta 1 77
Ilustración 3.2. Alternativa de trazado de Ruta 2 78
Ilustración 3.3. Alternativa de trazado de Ruta 3 78
Ilustración 3.4. Elementos de una curva horizontal 85
Ilustración 3.5. Diagrama de transición del peralte 99
Ilustración 3.6. Transición del peralte y sobreancho 104

Ilustración 4.1. Dispositivo mecánico para el límite líquido 121
Ilustración 4.2. Rolado de rollos 125
Ilustración 4.3. Material empleado para el ensayo de CBR 134
Ilustración 4.4. Aparato medidor de expansión 135
Ilustración 4.5. Detalle de armado del molde empleado para el ensayo de CBR 136
Ilustración 4.6. Procedimiento para el ensayo de CBR 143
Ilustración 4.7. Clasificación USCS por medio de los Límites de Atterberg (Carta de Plasticidad) 153
Ilustración 4.8. Módulo resiliente y coeficiente de capa de la base 170
Ilustración 4.9. Módulo resiliente y coeficiente de capa de rodadura 172

Ilustración 4.10. Módulo resiliente y coeficiente de capa de sub-base 174
Ilustración 4.11. Calculo pavimento flexible en zona 2 181
Ilustración 4.12. Calculo pavimento flexible en zonas 1 y 3..... 182
Ilustración 4.13. Ubicación de la cantera Chiveria..... 187
Ilustración 4.14. Ubicación de la cantera Villingota 189

Ilustración 5.1. Secciones típicas de cunetas..... 194
Ilustración 5.2. Dimensiones típicas de cunetas triangulares 195
Ilustración 5.3. Bombeo en sección tangente 198
Ilustración 5.4. Bombeo en sección curva..... 198
Ilustración 5.5. Elementos de una alcantarilla..... 200
Ilustración 5.6. Longitud de una alcantarilla 205
Ilustración 5.7. Esquema de tipos de entradas y salidas de alcantarillas..... 224
Ilustración 5.8. Esquema de las estructuras de entrada y salida 225
Ilustración 5.9. Sección típica de la cuneta 227

Ilustración 6.1. Ubicación topográfica del puente en la carretera Sacachún – La Ciénega..... 235
Ilustración 6.2. Sección longitudinal del distribuidor de tráfico 237
Ilustración 6.3. Sección transversal de losa..... 242
Ilustración 6.4. Sección de barrera New Jerseys 243
Ilustración 6.5. Junta de expansión tipo Neoflex..... 245
Ilustración 6.6. Sección transversal de la viga AASHTO Tipo VI (unidades dadas en cm)..... 246
Ilustración 6.7. Apoyo elastoméricos de neopreno..... 247
Ilustración 6.8. Sección transversal de estribo 249
Ilustración 6.9. Detalle de losa de aproximación..... 250
Ilustración 6.10. Consideraciones para ángulo de inclinación de la carga, inclinación de la base e inclinación de talud, para la ecuación de Vésic. 260
Ilustración 6.11. Perfil geotécnico para el estribo 265
Ilustración 6.12. Esfuerzos debajo de la zapata del estribo derecho e izquierdo debidos al peso de descarga y el peso propio de los suelos. 270
Ilustración 6.13. Clasificación de cauces de ríos según método de Lischtvan-Levediev..... 273
Ilustración 6.14. Ingreso de datos programa HEC-RAS 279
Ilustración 6.15. Secciones transversales 280
Ilustración 6.16. Método de Cowan 282
Ilustración 6.17. Ingreso de datos para determinación del tirante del rio Jurja..... 283
Ilustración 6.18. Modelación del tirante del rio (vista transversal)..... 285
Ilustración 6.19. Modelación del tirante del rio (vista longitudinal)..... 286
Ilustración 6.20. Zona del puente 288

Ilustración 7.1. Porcentaje de población urbana y rural del cantón Santa Elena.... 368
Ilustración 7.2. Área de influencia directa..... 370

Ilustración 7.3. Área de influencia indirecta..... 371

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Coordenadas de inicio y fin de la carretera..... 15
Tabla II. Total de tránsito que circula en la zona de Sacachún (semanal)..... 22
Tabla III. Tránsito Promedio Diario..... 22
Tabla IV. Dimensiones de los vehículos de diseño (metros)..... 24
Tabla V. Radios mínimos de giro de los vehículos de diseño (metros)..... 24
Tabla VI. Cálculo del total de vehículos de diseño..... 25
Tabla VII. Tasas de crecimiento vehicular utilizadas para la proyección del tráfico 28
Tabla VIII. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA..... 35
Tabla IX. Clasificación de carreteras según tráfico proyectado (TPDA)..... 36
Tabla X. Velocidades de diseño del MTOP según la clasificación de la vía..... 39
Tabla XI. Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras..... 40
Tabla XII. Distancias de visibilidad mínimas de parada de un vehículo (metros).... 46
Tabla XIII. Distancias mínimas de diseño para carreteras rurales de dos carriles, en metros..... 51
Tabla XIV. Parámetros básicos..... 51
Tabla XV. Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo..... 54
Tabla XVI. Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada..... 58
Tabla XVII. Propiedades de las alternativas de ruta..... 79
Tabla XVIII. Restricciones de las alternativas de trazado de ruta..... 80
Tabla XIX. Radios mínimos..... 89
Tabla XX. Peraltes máximos de curvatura..... 93
Tabla XXI. Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte..... 96
Tabla XXII. Variación del valor del sobreancho para el vehículo de diseño..... 101
Tabla XXIII. Resumen curvas horizontales..... 90
Tabla XXIV. Resumen de transición de peraltes de curvas horizontales..... 91
Tabla XXV. Valores de las pendientes según el orden de la vía..... 94
Tabla XXVI. Curvas verticales convexas mínimas..... 100
Tabla XXVII. Curvas verticales cóncavas mínimas..... 101
Tabla XXVIII. Valores mínimos de diseño del coeficiente "k" para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas y convexas mínimas..... 101
Tabla XXIX. Resumen curvas verticales..... 103
Tabla XXX. Ancho de calzada según el tipo de vía..... 106
Tabla XXXI. Gradiente transversal de la capa de rodadura..... 107
Tabla XXXII. Valores de diseño para el ancho de espaldones (metros)..... 108
Tabla XXXIII. Gradiente transversal para espaldones (porcentajes)..... 109
Tabla XXXIV. Serie de tamices según el ASTM..... 113
Tabla XXXV. Cálculos para la determinación del porcentaje pasante acumulado 115
Tabla XXXVI. Clasificación del suelo según el tamaño de las partículas..... 116

Tabla XXXVII. Tipos de método para el ensayo próctor 127
Tabla XXXVIII. Resultados próctor - CALICATA 1..... 130
Tabla XXXIX. Lecturas del deformimetro de penetración..... 144
Tabla XL. Presión ejercida por el pistón en relación con la presión correspondiente a la misma penetración..... 148
Tabla XLI. Clasificación de los suelos USCS..... 152
Tabla XLII. Clasificación de suelos según la AASHTO 154
Tabla XLIII. Resumen granulometría y límites proyecto Sacachún – La Ciénega. 155
Tabla XLIV. Resumen ensayos Próctor-CBR proyecto Sacachún –La Ciénega.... 156
Tabla XLV. Índice de serviciabilidad 160
Tabla XLVI. Áreas de distribución normal de niveles de confianza 162
Tabla XLVII. Valores recomendados de desviación estándar total So..... 163
Tabla XLVIII.Ubicación de calicatas 164
Tabla XLIX. Zonificación según resultados de CBR 165
Tabla L. Valores de coeficiente de capa según la calidad drenante del material.... 167
Tabla LI. Granulometría de sub-rasante..... 168
Tabla LII. Factores de equivalencia de carga para pavimento flexible..... 176
Tabla LIII. Tasas de crecimiento vehicular según el MTOP 177
Tabla LIV. Ejes de cargas equivalentes 178
Tabla LV. Factor camión 179
Tabla LVI. Módulo resiliente según CBR 180
Tabla LVII. Configuración del pavimento flexible en zonas 1 y 3..... 183
Tabla LVIII. Configuración del pavimento flexible en zona 2..... 184
Tabla LIX. Valores de % de expansión a lo largo de la vía Sacachún - La Ciénega..... 185
Tabla LX. Resultados de los ensayos de clasificación de las muestras tomadas en las canteras visitadas..... 190
Tabla LXI. Resultados de los ensayos de calidad de las muestras tomadas en las canteras visitadas..... 190
Tabla LXII. Rangos para la utilización de materiales y agregados establecidos por el MTOP..... 191
Tabla LXIII. Valores del coeficiente de escorrentía 219
Tabla LXIV. Ecuaciones pluviométricas para el cálculo de la intensidad de lluvia220
Tabla LXV. Volumen de hormigón y cantidad de hierro por cabezal 223
Tabla LXVI. Dimensionamiento de las estructuras de entrada y salida en forma de alas..... 226
Tabla LXVII. Tramos con necesidad de un canal de intercepción 228
Tabla LXVIII. Medidas típicas de colchones reno 231
Tabla LXIX. Alturas del colchón reno en función de la pendiente..... 232
Tabla LXX. Ubicación de salida tipo colchón reno..... 232
Tabla LXXI. Resumen del sistema de drenaje para la carretera Sacachún – La Ciénega..... 233
Tabla LXXII. Cargas permanente DC y DW..... 239
Tabla LXXIII. Carga transitoria EQ 240

Tabla LXXIV. Factor de corrección de energía (CE) 254
Tabla LXXV. Factores de corrección por diámetro del hueco de perforación, por el tipo de muestreador y por la longitud de tubería utilizada..... 255
Tabla LXXVI. Correlaciones utilizadas para obtener valores de ángulo de fricción en suelos granulares 256
Tabla LXXVII. Correlaciones utilizadas para obtener valores de resistencia al esfuerzo cortante no drenado en suelos cohesivos (SU) 256
Tabla LXXVIII. Propiedades adoptadas para la determinación de la capacidad portante para el estribo derecho e izquierdo 266
Tabla LXXIX.Capacidad de carga última y admisible calculada para la zapata del estribo derecho 267
Tabla LXXX.Capacidad de carga última y admisible calculada para el estribo izquierdo..... 267
Tabla LXXXI. Asentamiento elástico para el estribo derecho..... 271
Tabla LXXXII. Asentamiento elástico para el estribo izquierdo..... 271
Tabla LXXXIII. Factor de correlación del cauce..... 276
Tabla LXXXIV. Cálculo tiempo de concentración..... 278
Tabla LXXXV. Caudal de portación del río 279
Tabla LXXXVI. Valores de coeficiente de rugosidad 281
Tabla LXXXVII. Resultados de socavación general en río Jurja 291
Tabla LXXXVIII. Factores considerados para el cálculo de la matriz magnitud para cada uno de las fases del proyecto 299
Tabla LXXXIX. Factores considerados para el cálculo de la matriz de valoracion de impacto ambiental para cada uno de las fases del proyecto..... 301
Tabla XC. Factores indicativos de contaminación..... 356
Tabla XCI. Límites máximos permisibles de emisiones aire para fuentes fijas de combustión Normas para fuente en operación antes de enero de 2003 358
Tabla XCII. Límites máximos permisibles de emisiones aire para fuentes fijas de combustión Normas para fuente en operación a partir de enero de 2003 359
Tabla XCIII. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para motores de combustión interna..... 360
Tabla XCIV. Temperatura media mensual y anual en grados centígrados..... 363
Tabla XCV. Precipitación media mensual en milímetros de estaciones meteorológicas 364
Tabla XCVI. Actividades y medios afectados 377
Tabla XCVII. Matriz de valoración de impacto ambiental (Fase de Construcción)378
Tabla XCVIII. Matriz de valoración de impacto ambiental (Fase de Operación y Mantenimiento)..... 379
Tabla XCIX. Plan de manejo ambiental fase de construcción..... 382
Tabla C. Plan de manejo ambiental fase de operación y mantenimiento..... 383
Tabla CI. Costos ambientales..... 384

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Descripción General

Este trabajo busca el desarrollo económico de comunas ubicadas al sur de la provincia de Santa Elena por medio del trazado de una carretera, que ayude a los pobladores de Sacachún y La Ciénega transportar productos provenientes de la agricultura a diversas partes de la provincia, así como también permitir el acceso libre a turistas a estas comunidades.

El proyecto se desarrolló en 7 etapas, la primera de ellas es la topografía, mediante la cual se realizó el trazado de 3 diferentes rutas, descartando 2 de ellas por razones topográficas, ambientales, estructurales, hidrográficas, sociales y económicas; conservando la alternativa más satisfactoria en cuanto a los aspectos antes mencionados.

Para la segunda, tercera y cuarta etapa se realizaron los respectivos estudios de tráfico y ensayos de suelo, que junto con las normas establecidas por el MTOP se elaboró el diseño vial y con las normas AASHTO-93 se diseñó el pavimento a emplear.

Adicional, con datos del INAMHI y estudios hidrológicos proporcionados por la empresa CONSULNAC, se establecieron los diferentes elementos para el correcto drenaje de la carretera, empleando relaciones matemáticas empíricas y modelos estadísticos, que permiten establecer alternativas de solución para las condiciones de funcionamiento establecidas.

Para el pre-diseño del puente, el cual se detalla en el capítulo 6, se consideraron las normas AAHSTO LRFD 2012 para definir los elementos que conforman la superestructura y la subestructura de un puente de 42 metros de longitud.

Finalmente se elaboró un Plan de Manejo Ambiental, con el objetivo de minimizar los impactos ambientales producidos por la ejecución de la obra en un futuro. Se estableció la línea base del proyecto y se determinaron los medios afectados por las diferentes etapas de construcción, operación y mantenimiento.

1.2 Ubicación

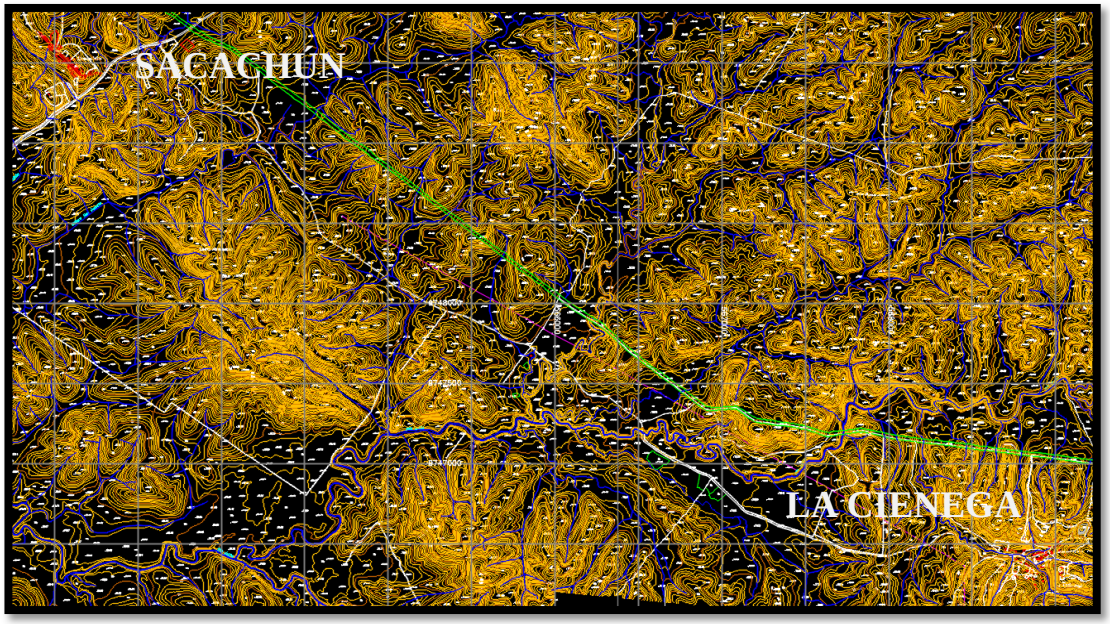
El proyecto se encuentra ubicado en la Península de Santa Elena, en la Provincia de Santa Elena a 20 Km de la carretera Guayaquil-Salinas accediendo por la comuna Buenos Aires, inicia en la comuna de Sacachún y termina en la comuna La Ciénega. A continuación, en la Tabla I se tienen las coordenadas de los puntos de paso.

Tabla I. Coordenadas de inicio y fin de la carretera

POBLACIÓN	***COORD. ESTE***	***COORD. NORTE***
SACACHÚN	5629141	97496858
LA CIENEGA	5690818	97465341

Fuente: Elaboracion Propia

Ilustración 1.1. Ubicación de la carretera Sacachún - La Ciénega



Fuente: Empresa Obras Hidráulicas Ecuador

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

El objetivo del proyecto es contribuir al progreso socio-económico de las comunas localizadas en la provincia de Santa Elena, para lo que se propone el estudio de 8553.57 m de la carretera “Sacachún – La Cienega”.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar las condiciones topográficas
- Efectuar el estudio de tránsito
- Realizar el diseño Vial
- Determinar el diseño geométrico
- Efectuar el diseño del pavimento, partiendo de estudio de Mecánica de Suelos debidamente sustentado
- Estudiar tres alternativas y elegir la más conveniente
- Realizar el estudio hidrológico del sector
- Diseñar las obras de drenaje y captación de agua
- Realizar el Prediseño de un puente para comunicar la vía trazada
- Estudiar el impacto ambiental
- Realizar el presupuesto del diseño vial

1.4 Justificación

Disponerse de una vía entre “Sacachún – La Cienega” permitirá el desarrollo socio económico del sector, ya que la vía pasa por puntos estratégicos de expendio de productos agrícolas, así como extender el turismo en los sectores con el fácil acceso a sus atractivos naturales llenos de tradiciones, leyendas y sitios arqueológicos.

En las condiciones actualmente existentes no es posible el tránsito vehicular en la época lluviosa, hay flujo de agua incontrolado y mucho lodo. En la época seca, los vehículos se deterioran por la pésima calidad de la calzada de tierra, los usuarios son afectados por la gran cantidad de polvo ya que los suelos son limosos.

1.5 Estudios Topográficos

Para el presente trabajo se consiguió el levantamiento topográfico efectuado por la Empresa de Obras Hidráulicas del Ecuador, el mismo que se ha realizado a partir de imágenes fotográficas y las hojas del Instituto Geográfico Militar.

Tal como se aprecia en las hojas topográficas con curvas de nivel cada 2 m y con lo que se evidenció en las visitas de campo, el terreno es ondulado y presenta un cruce de drenaje natural importante y también hondonadas por las que pueden circular aguas lluvias.

La topografía de terreno fluctúa entre las cotas 56 y 88 msnm, teniéndose pendientes naturales en los rangos de 0.50% y 4.00%.

En las observaciones de campo se constató que entre las Comunas Sacachún y la Cienega se tiene el paso de un oleoducto de gas licuado, por lo que este hecho constituye un limitante para el trazado de la carretera. En este caso se debe tener en cuenta el denominado ¨derecho de vía¨ que tienen los oleoductos y que es de 50 m a cada lado de la tubería.

CAPÍTULO II

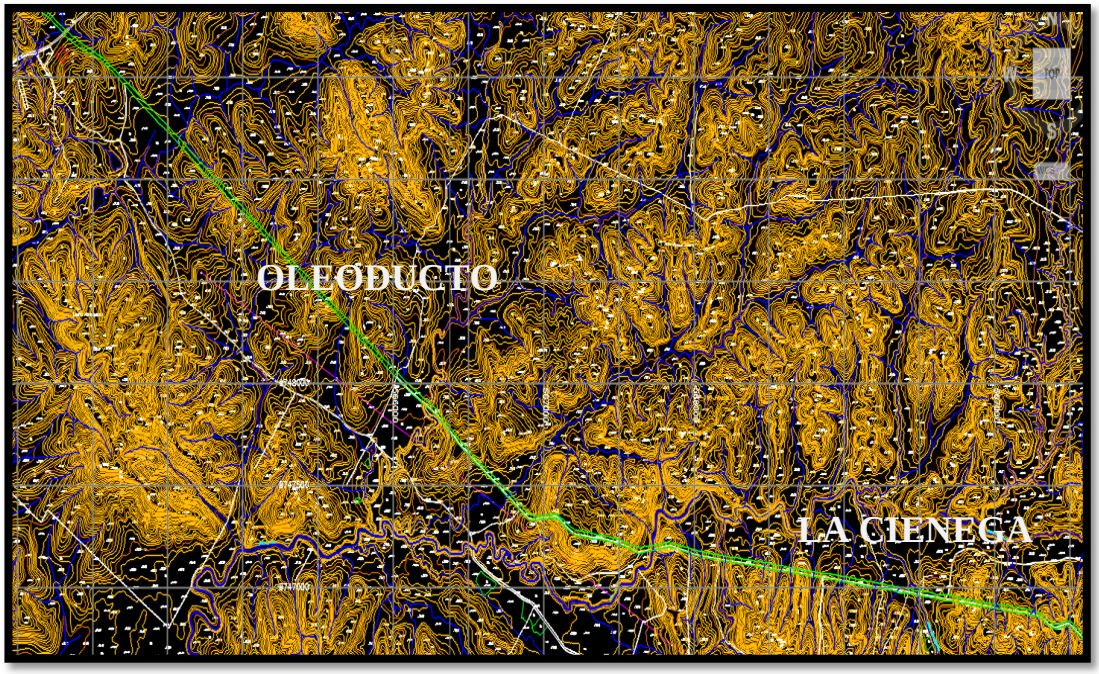
VÍAS DE COMUNICACIÓN

2.1 Estudios de Tránsito

El estudio de tránsito se realizó para el diseño de la nueva vía “Sacachún – La Ciénega” de dos carriles, cuyo objetivo es incrementar el comercio y el transporte de artículos y alimentos a diferentes sectores de la provincia de Santa Elena, así como también incrementar el turismo a estas zonas.

Es importante mencionar que existe un camino de tierra el cual inicia desde la comuna de Sacachún hasta la comuna de Ciénega, que pasa cerca de un oleoducto de gas licuado impidiendo el uso de este camino para el diseño de la carretera, el tramo es usado por los moradores para transportar alimento y ganado.

Ilustración 2.1. Camino con oleoducto de gas licuado



Fuente: Empresa Obras Hidráulicas Ecuador

2.1.1 Conteo de Tráfico

El conteo de tráfico se lo realizó de forma manual durante una semana en la entrada a la comuna de Sacachún, donde solo existe una intersección para entrada y salida de vehículos de la comuna, y otros caminos que son destinados para el transporte de ganado. Se determinó el volumen total de tránsito y el tipo de vehículos que circulan a lo largo del tramo de doble vía.

Tabla II. Total de tránsito que circula en la zona de Sacachún (semanal)

	SACACHÚN - CIENEGA		
HORA	**LIVIANOS**	**BUSES**	**CAMIONES**
08:00-09:00	21	0	0
09:00-10:00	53	6	4
10:00-11:00	66	4	1
11:00-12:00	50	1	5
12:00-13:00	79	7	1
13:00-14:00	61	2	1
14:00-15:00	65	3	2
15:00-16:00	40	2	1
16:00-17:00	38	0	0
17:00-18:00	17	2	0
18:00-19:00	10	0	0
TOTAL	**500**	**27**	**15**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla III. Tránsito Promedio Diario

	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
SEMANAL	500	27	15
DIARIO	71	4	2

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2 Vehículo de Diseño

La AASHTO considera que el vehículo de diseño, es un tipo de vehículo cuyo peso, características de operación y dimensiones se usan para establecer los controles de diseño que acomoden vehículos del tipo designado.

Las características de los vehículos de diseño condicionan los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera. Así, por ejemplo:

- El ancho del vehículo adoptado incide en el ancho del carril de las bermas y de los ramales.

- La distancia entre los ejes influye en el ancho y los radios mínimos internos y externos de los carriles en los ramales.

- La relación de peso bruto total/potencia guarda relación con el valor de pendiente admisible e incide en la determinación de la necesidad de una vía adicional para subida y, para los efectos de la capacidad, en la equivalencia en vehículos ligeros.

La AASHTO, considera los siguientes vehículos de diseño: el P (automóvil o de pasajeros), el SU (camión sencillo), el BUS, el A-BUS (bus articulado), los WB-40, WB-50, WB-60 (semirremolques), el MH (vehículo de vivienda), el P/T (con tráiler o remolque) y el P/B (con remolque para bote); algunos de ellos son mostrados en la siguiente tabla:

Tabla IV. Dimensiones de los vehículos de diseño (metros)

	P	BUS	SU	WB-15	WB-19	WB-20
Altura	1.3(1.3)	4.1	4.1(4.1)	4.1(4.1)	4.1	4.1
Ancho	2.1(2.1)	2.6	2.6(2,6)	2.6(2.6)	2.6	2.6
Longitud	5.8(5.8)	12.1	9.1(9.2)	16.7 (16.8)	21.0	22.5
Voladizo Delantero	0.9(0.9)	2.1	1.2(1.2)	0.9(0.9)	1.2	1.2
Voladizo Trasero	1.5(1.5)	2.4	1.8(1.8)	0.6(0.6)	0.9	0.9
Distancia entre Ejes Extremos, WB1	3.4(3.4)	7.6	6.1(6.1)	6.1(6.1)	6.1	6.1
Distancia entre Ejes Extremos, WB2				9.1(9.2)	12.8	14.3

Fuente: Aashto, A Policy On Geometric Design Of Highways And Streets, 1994. P21

Tabla V. Radios mínimos de giro de los vehículos de diseño (metros)

Vehículo- Tipo	Radio Interior (m)	Radio de Diseño(m)
Automóvil, P	4.2 (4.7)	7.3 (7.3)
Autobús Sencillo, BUS	7.4	12.8
Camión Sencillo, SU	8.5 (8.7)	12.8 (12.8)
Camión Articulado, WB-15	5.8 (6.0)	13.7 (13.7)
Camión Articulado, WB-19	2.8	13.7
Camión Articulado, WB-20	0	13.7

Fuente: Aashto, A Policy On Geometric Design Of Highways And Streets, 1994. P21

Para este proyecto se ha decidido considerar las siguientes equivalencias, recomendados por el MTOP:

1 livianos = 1 vehículo de diseño

1 bus = 2 vehículo de diseño

1 camión (C2) = 2 vehículo de diseño

1 Tráiler = 4 vehículo de diseño

Tabla VI. Cálculo del total de vehículos de diseño

TIPO DE VEHICULO		TRAFICO TOTAL	FACTOR DE CONVERSIÓN	VEHICULO DE DISEÑO
LIVIANOS		71	1	71
PESADOS	**BUSES**	4	2	8
	CAMIONES	2	2	4
	TRAILERS	0	4	0
TOTAL				83

Fuente: Elaboración Propia

2.1.3 Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Según el MTOP el Trafico Promedio Diario Anual representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, o sea que es el volumen de tránsito promedio por día; calculándose de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{TPDA = TP + TD + Td + TG}$$

Ecuación II - 1

Dónde:

TPDA = Trafico promedio diario anual

TP = Tráfico Proyectado

TD = Tráfico Desarrollado

Td = Tráfico desviado

TG = Tráfico Generado

2.1.3.1 Trafico Actual (TA)

El tránsito actual (TA) es el volumen de tránsito que usará la carretera después de los mejoramientos que se le realice o de la construcción y habilitación de la misma. El tránsito actual, en el mejoramiento, se compone del tránsito existente (TE) antes de la mejora, y el tránsito atraído (TAt) de otras vías, mientras que en la construcción solo se considera el tránsito atraído.

2.1.3.1.1 Tráfico Existente (TE)

Es el número de vehículos que utiliza la carretera, y se lo determina mediante un conteo ya sea manual o automático.

2.1.3.1.2 Tráfico Atraído (TAt)

Es el volumen de vehículos que es atraído por la construcción de la nueva carretera o por el mejoramiento de ésta.

Estimamos el Tráfico Actual TA, por medio de la Ecuación II - 2.

$$\boldsymbol{TA = \frac{Total\ de\ vehículos}{tiempo}}$$

Ecuación II - 2

2.1.3.2 Tráfico Proyectado (TP)

Volumen de tránsito que se deriva a partir del tránsito actual (TA), el tiempo de vida de la carretera y la tasa de crecimiento vehicular. De acuerdo a esto, se puede plantear la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{TP = TA\ (1 + i)^{n}}$$

Ecuación II - 3

Donde:

TP = Tráfico Proyectado

TA = Tráfico Actual

i = Tasa de Crecimiento Vehicular

n = Tiempo de Vida de la Carretera

Para el valor de la tasa de crecimiento, se consideran los datos proporcionados por el GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE GUAYAQUIL (MUY ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL), en el proyecto **"ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL ESTERO MOGOLLON EN LA CALLE 51 SO COOPERATIVA SANTIAGUITO DE ROLDOS QUE UNE A LA COOPERATIVA FUERZA DE LOS POBRES EN LA ISLA TRINITARIA, PARROQUIA XIMENA"**, elaborado en febrero del 2016.

Tabla VII. Tasas de crecimiento vehicular utilizadas para la proyección del tráfico

PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO	
AÑO	**CRECIMIENTO**
ACTUAL	1.00
5	1.41
10	1.61
15	1.82
20	2.03

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal De Guayaquil - "Estudios Y Diseños Definitivos Para La Construcción Del Puente Sobre El Estero Mogollon En La Calle 51 So

Según la composición del tráfico del aforo la tasa ponderada da como resultado 2.03%, con una predicción del tráfico a 20 años.

i= 0.0203

n= 20 años

2.1.3.3 Tráfico Desarrollado (TD)

Este volumen de tráfico se produce por el incremento de la producción de las tierras aledañas a la carretera, se lo considera a partir de la habilitación de la carretera a los usuarios y puede incrementar durante el período de estudio. Es calculado por la siguiente Ecuación II - 4:

$$\boldsymbol{TD = TA\,(1+i)^{n-3}}$$

Ecuación II - 4

Donde:

TD= Tráfico Desarrollado

TA= Tráfico Actual

i= Tasa de Crecimiento Vehicular

n= Tiempo de Vida de la Carretera

2.1.3.4 Tráfico Desviado (Td)

Volumen de tráfico que se desarrolla por la remodelación de una carretera o por la construcción de una nueva, es proveniente de caminos y vías aledañas.

$$\boldsymbol{Td = 0.20(TP + TD)}$$

Ecuación II - 5

Donde:

Td = Tráfico Desviado

TP = Tráfico Proyectado

TD = Tráfico Desarrollado

2.1.3.5 Tráfico Generado (TG)

Volumen de tráfico que se genera por el crecimiento social y económico del sector gracias a la habilitación de la nueva carretera, generalmente se desarrolla en los primeros años luego de construida o mejorada la vía.

En nuestro país se estima que el tráfico generado será de un 20% de incremento del tráfico actual para el primer año de operación de la vía, y del mismo porcentaje de crecimiento normal del tráfico para los años restantes.

$$\boldsymbol{TG = 0.25(TP + TD)}$$

Ecuación II - 6

Donde:

TG = Tráfico Generado

TP = Tráfico Proyectado

TD = Tráfico Desarrollado

2.1.4 Cálculo del TPDA

En la Tabla VI obtenemos el total de vehículos en un día de aforo, el cual es considerado como el Tráfico Actual:

TA= 83 vehículos /día

- Trafico Proyectado (TP):

$TP = TA\ (1 + i)^n$ **Ecuación II – 3**

$TP = 83\ (1 + 0.0203)^{20}$

$\boldsymbol{TP = 124\ vehículos}$

- Tráfico Desarrollado (TD)

$TD = TA\ (1 + i)^{n-3}$ **Ecuación II – 4**

$TD = 83\ (1 + 0.0203)^{20-3}$

$\boldsymbol{TD = 117\ \ vehículos}$

- Tráfico Desviado (Td)

$Td = 0.20(TP + TD)$ **Ecuación II – 5**

$Td = 0.20(124 + 117)$

$\boldsymbol{Td = \ 48\ vehículos}$

- Tráfico Generado (TG)

$TG = 0.25(TP + TD)$ **Ecuación II – 6**

$TG = 0.25(124 + 117)$

$\boldsymbol{TG = 60\ vehículos}$

- Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

$\boldsymbol{TPDA = TP + TD + Td + TG}$ **Ecuación II – 1**

$\boldsymbol{TPDA = 124 + 117 + 48 + 60}$

$$\boldsymbol{TPDA = 349\ vehículos}$$

2.1.5 Clasificación del tipo de carretera de acuerdo al tráfico

De acuerdo a estudios realizados por el MTOP en septiembre del 2012, basados en estadísticas de accidentes y el parque automotor del país, recomienda usar la clasificación mostrada en la Tabla VIII, en función del tráfico correspondiente al año de diseño TPDAd.

En la clasificación considera un TPDAd para el año horizonte, que se define como:

TPDAd= Año de inicio de estudios + Años de Licitación, Construcción + Años de Operación

Considerando para el proyecto solo los años de operación (n), comprendido desde la inauguración del proyecto hasta el término de su vida útil, teniendo las siguientes consideraciones:

Proyectos de rehabilitación y mejoras……n = 20 años

Proyectos especiales de nuevas vías……..……..n = 30 años

Mega Proyectos Nacionales……..……..n = 50 años

Se tiene que:

$$\boldsymbol{TPDA = TPDAd}$$

Tabla VIII. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Clasificaciòn Funcional de las Vìas en base al $TPDA_d$			
Descripciòn	Clasificaciòn Funcional	Tràfico Promedio Diario Anual ($TPDA_d$) al año de horizonte	
		Lìmite Inferior	Limite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovìa o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Manual _Nevi – 12 Volumen _ 2a (2013)

Donde:

C1 = Equivale a carretera de mediana capacidad

C2 = Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3 = Camino agrícola / forestal

Tabla IX. Clasificación de carreteras según tráfico proyectado (TPDA)

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	**Tráfico Proyectado TPDA**
R - I o R - II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Diseño Geometrico (2003)

Para nuestro caso con un TPDA de 349 vehículos corresponde a una carretera clase III según el MTOP, y camino agrícola de dos carriles tradicional y básica según la NEVI, el mismo que se describe en la siguiente imagen:

Ilustración 2.2. Camino básico de dos carriles

Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Manual _Nevi – 12 Volumen _ 2a (2013)

En cuanto a la velocidad y pendiente de diseño, a continuación, se describen los parámetros para ser escogida, mientras que el ancho de calzada es el considerado en la imagen, al igual que la distribución de medidas en los carriles.

2.2 Estudios de Velocidad

La velocidad es uno de los factores más importantes en la construcción de una carretera, ya que de esta depende el tiempo de circulación de los conductores. Para el diseño de una nueva vía el MTOP recomienda usar las velocidades de diseño y de circulación, la primera considerada para los cálculos de alineamientos horizontales, verticales y para la selección de radios de curvatura, gradientes, pendientes longitudinales, curvas de transición y sobre ancho; la segunda velocidad es con la que transitarán los vehículos en la carretera y siempre será menor a la velocidad de diseño.

2.2.1 Velocidad de Diseño

Según el MTOP la velocidad de diseño es “la velocidad relacionada con los aspectos de diseño geométrico de la infraestructura vial”, es la máxima velocidad segura con la cual las condiciones de la vía son óptimas y satisfacen las demandas del proyecto. Depende de varios factores como la topografía del terreno y las condiciones físicas del mismo.

Dependiendo de la topografía la velocidad de diseño presenta variaciones para cada tramo del proyecto, para estos casos se recomienda mantener la velocidad en tramos de entre 5 – 10 km o realizar la introducción de la nueva

velocidad en una distancia idónea que permita al conductor cambiar paulatinamente su velocidad y elaborar las respectivas señalizaciones progresivas con el aumento o disminución de la velocidad.

El MTOP recomienda el uso de la Tabla X para la velocidad de diseño

Tabla X. Velocidades de diseño del MTOP según la clasificación de la vía

CATEGORIA DE LA VIA	T.P.D.A. ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES (RELIEVE ONDULADO)			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudunal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
		Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta
R - I o R - II	> 8000	110	90	95	85
I	3000 - 8000	100	80	90	80
II	1000 - 3000	90	80	85	80
III	300 - 1000	80	60	80	60
IV	100 - 300	60	35	60	35
V	< 100	50	35	50	35

Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Diseño Geometrico (2003)

Obteniendo para nuestro proyecto, con una vía de orden III y terreno ondulado, una velocidad de diseño de 60 Km/h.

2.2.2 Velocidad de Operación o Circulación

El MTOP establece que la velocidad de circulación es “la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes”. Esta es la velocidad que da la medida del servicio que presta la carretera y permite evaluar los costos y los beneficios para los usuarios.

Tabla XI. Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras

VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO - Km/h VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Diseño Geometrico (2003)

2.3 Distancia de Seguridad entre dos Vehículos

Es la mínima distancia que deben tener dos vehículos que viajan en la misma dirección y con la misma velocidad, de tal manera que cuando el vehículo de adelante aplique el freno el de atrás pueda detenerse sin sufrir una colisión. La AASHTO considera el cálculo de esta distancia por medio de la siguiente ecuación, adicionando 6 metros de longitud promedio del auto al aplicar el frenado.

$$\boldsymbol{Ds = 0.183\, Vc + 6}$$

Ecuación II - 7

En la cual:

Ds = Distancia de Seguridad entre dos vehículos (m)

Vc = Velocidad de Circulación.

Obteniendo para el proyecto, con una velocidad de circulación de 56 Km/h, una distancia de seguridad igual a:

$$Ds = 0.183 * (55) + 6$$

$$\boldsymbol{Ds = 16.065\, m}$$

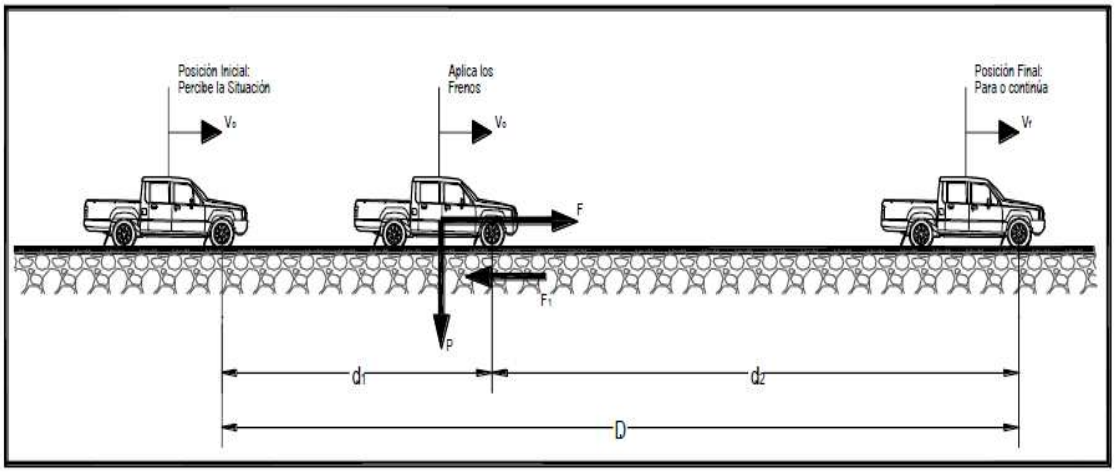
2.4 Distancia de Visibilidad de Parada

Según el MTOP la distancia de visibilidad (D) “es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto delante de su recorrido”. Distancia mínima con que debe diseñarse la geometría de una carretera, cualquiera que sea su tipo.

$$\boldsymbol{D = d1 + d2}$$

Ecuación II - 8

Ilustración 2.3. Distancia de visibilidad de parada



Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Manual _Nevi – 12 Volumen _ 2a (2013)

Ésta distancia tiene dos componentes, la distancia de percepción y reacción del conductor (d1), que implica la habilidad que tiene el conductor al reaccionar ante alguna alerta y es medida desde el momento que el conductor percibe el peligro hasta que aplica el pedal del freno, y la distancia de frenado (d2), que es la distancia necesaria para que el vehículo se detenga después de la acción de frenado.

La distancia de percepción es expresada por la Ecuación II – 9, en la que involucra la velocidad de circulación del vehículo, Vc, en Km/h y el tiempo de reacción del conductor, t, en segundos. Diversos estudios sobre el comportamiento de los conductores han permitido seleccionar un tiempo de reacción de 2.5 segundos, que se considera apropiado para situaciones complejas.

$$\boldsymbol{d1 = 0.278\, t * Vc\ (metros)}$$

Ecuación II - 9

$$\boldsymbol{d1 = 0.278 * 2.5 * 55}$$

$$\boldsymbol{d1 = 38.23\, m}$$

La distancia de frenado esta expresada por la Ecuación II-10:

$$\boldsymbol{d2 = \frac{Vc^2}{254f}} \ \boldsymbol{(metros)}$$

Ecuación II - 10

Donde:

Vc = Velocidad de Circulación del automóvil en Km/h.

f = Coeficiente de fricción longitudinal entre llanta y superficie de rodamiento.

El factor de fricción f es un valor experimental, que decrece inversamente a las velocidades y cambia dependiendo de muchos factores. Se expresa mediante la Ecuación II – 11:

$$\boldsymbol{f = 1.15/Vc^{0.3}}$$

Ecuación II - 11

$$f = 1.15/56^{0.3}$$

$$f = 0.3456$$

Reemplazando en la Ecuación II-10, se tiene:

$$d2 = \frac{55^2}{254 * 0.3456}$$

$$d2 = 34.46\, m$$

Reemplazando en la Ecuación II – 8, se tiene una distancia de visibilidad de parada calculada de:

$$D = 38.23 + 34.46$$

$$\boldsymbol{D = 72.69\, m}$$

El MTOP, ha establecido diferentes valores de distancia de visibilidad en función del TPDA.

Tabla XII. Distancias de visibilidad mínimas de parada de un vehículo (metros)

Criterio de Diseño: pavimentos Mojados										
					Valor Recomendable			Valor Absoluto		
Clase de Carretera					L	O	M	L	O	M
R-I	o R-II	>	8.000	TPDA	220	180	135	180	135	110
1	3.000	a	8.000		180	160	110	160	110	70
II	1.000	a	3.000		160	135	90	135	110	55
III	300	a	1.000		135	110	70	110	70	40
IV	100	a	300		110	70	55	70	35	25
V	Menos	de	100		70	55	40	55	35	25

Fuente: Reglamento Mtop - 2002

Para la vía “Sacachún - La Ciénega”, se usará una distancia de visibilidad de parada de 70 m, correspondiente a una carretera clase III de terreno ondulado, recomendada por el MTOP.

2.5 Distancia de velocidad de rebase entre dos vehículos

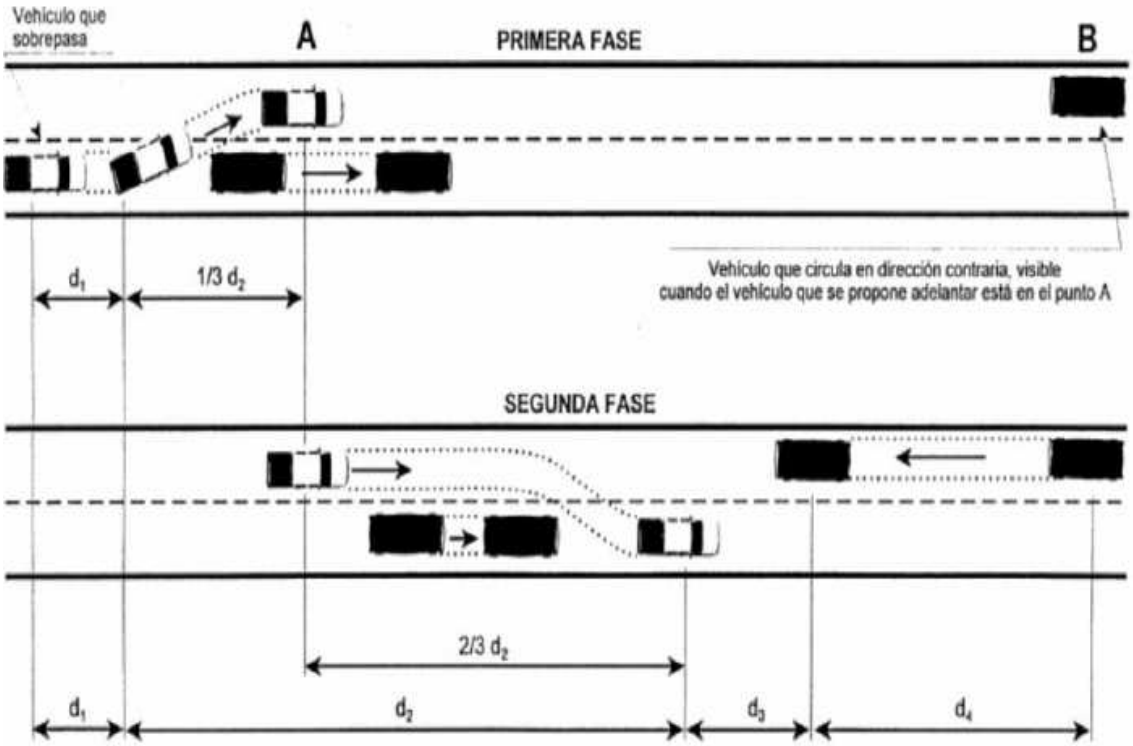
La distancia de visibilidad de rebase es la mínima distancia que un vehículo necesita para rebasar o adelantarse a otro vehículo que circula en la misma dirección y en el mismo carril, pero con menor velocidad relativa.

El MTOP adopta las siguientes hipótesis para la determinación de la distancia de rebase:

a. El vehículo que es rebasado viaja a una velocidad uniforme.
b. El vehículo que rebasa viaja a esta velocidad uniforme, mientras espera una oportunidad para rebasar.
c. Se toma en cuenta el tiempo de percepción y reacción del conductor que realiza las maniobras de adelantamiento.
d. Cuando el conductor está rebasando, acelera hasta alcanzar un promedio de velocidad de 15 kilómetros por hora más rápido que el otro vehículo que está siendo rebasado.
e. Debe existir una distancia de seguridad entre el vehículo que se aproxima en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de adelantamiento.
f. El vehículo que viaja en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de rebase van a la misma velocidad promedio.
g. Solamente un vehículo es rebasado en cada maniobra.
h. La velocidad del vehículo que es rebasado es la velocidad de marcha promedio a la capacidad de diseño de la vía.
i. Esta distancia de visibilidad para adelantamiento, se diseña para carreteras de dos carriles de circulación, ya que esta situación no se presenta en carreteras divididas y no divididas de carriles múltiples.

La distancia de visibilidad de rebase es la suma de cuatro distancias separadas que se muestran en la Ilustración II – 4:

Ilustración 2.4. Etapas de la maniobra para adelantamiento en carretera de dos carriles



Fuente: Publicación de ministerio de transporte y obras públicas – manual _nevi – 12 volumen _ 2a (2013)

La ecuación establecida por el MTOP para el cálculo de la distancia es la siguiente:

$$\boldsymbol{Dr = d1 + d2 + d3 + d4}$$

Ecuación II - 12

Dónde:

d1 = distancia recorrida por el vehículo que rebasa en el tiempo de percepción / reacción hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

d2 = distancia recorrida por el vehículo que rebasa durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

d3 = distancia entre el vehículo que rebasa y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final dela maniobra.

d4 = distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo que rebasa, mientras usa el carril izquierdo; es decir, 2/3 de d2. Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo que rebasa.

Las distancias parciales son calculadas en base a las siguientes fórmulas:

$$\boldsymbol{d1 = 0.14 * t1\ (2V - 2m + a * t1)}$$

Ecuación II - 13

$$d2 = 0.28 * V * t2$$

Ecuación II - 14

$$d3 = 0.187 * V * t2\ (30m\ a\ 90\ m)$$

Ecuación II - 15

$$d4 = 0.18 * V * t1$$

Ecuación II - 16

Dónde:

t1 = tiempo de la maniobra inicial, expresado en segundos.

t2 = tiempo durante el cual el vehículo que rebasa ocupa el carril del lado izquierdo, expresado en segundos.

V = velocidad promedio del vehículo que rebasa expresada en Km/h.

m = diferencia de velocidades entre el vehículo que rebasa y el vehículo rebasado, expresada en Km/h, y en promedio se considera igual a 16 Km/h.

a = aceleración promedio del vehículo que rebasa, expresada en kilómetros por hora por segundo.

En la Tabla XIII se muestran los valores para velocidad de vehículo que es rebasado y el vehículo que rebasa en función de la velocidad de diseño. También se disponen de cada uno de los parámetros para calcular las distancias parciales para carreteras rurales de dos carriles, en la Tabla XIV

Tabla XIII. Distancias mínimas de diseño para carreteras rurales de dos carriles, en metros

Velocidad de Diseño	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: Aashto, A Policy On Geometric Design Of Highways And Streets.

Tabla XIV. Parámetros básicos

Velocidad promedio de adelantamiento (Km/h)	50 - 65	66 - 80	81 - 95	96 - 110
Maniobra Inicial A= aceleracion promedio (Km/h/s)	2,25	2,3	2,37	2,41
t1 = tiempo (s)	3,6	4	4,3	4,5
d1 = distancia recorrida (m)	45	65	90	110
Ocupacion carril izquierdo:				
t2 = tiempo (s)	9,3	10	10,7	11,3
d2 = distancia recorrida (m)	145	195	250	315
Longitud Libre d3= distancia recorrida (m)	30	55	75	90
Vehiculo que se aproxima: d4= distancia recorrida (m)	95	130	165	210
Distancia Total: d1 + d2 +d3 +d4,(m)	315	445	580	725

Fuente: Aashto, A Policy On Geometric Design Of Highways And Streets.

Datos para el cálculo de las distancias parciales:

VD= 60 Km/h

t1= 3.6 s (Tabla XIV)

t2= 9.3 s (Tabla XIV)

V= 66 Km/h (Velocidad de rebase asumida, Tabla XIII)

Vc= 51 Km/h (Velocidad de circulación, Tabla XIII)

m= V – Vc = 66 – 51 = 15 Km/h

a= 2.25 Kph/s (Tabla XV)

Cálculo de distancias parciales:

$$\boldsymbol{d1 = 0.14 * t1\ (2V - 2m + a * t1)}$$ Ecuación II – 13

$$d1 = 0.14 * 3.6\ ((2 * 66) - (2 * 15) + (2.25 * 3.6))$$

$$d1 = 55.49\ m$$

$$\boldsymbol{d2 = 0.28 * V * t2}$$ Ecuación II – 14

$$d2 = 0.28 * 66 * 9.3$$

$$d2 = 171.86\ m$$

$$\boldsymbol{d3 = 0.187 * V * t2} \quad (\boldsymbol{30m\ a\ 90\ m})$$ Ecuación II – 15

$d3 = 0.187 * 66 * 9.3$

$d3 = 114.78\, m$

$\boldsymbol{d4 = 0.18 * V * t1}$ Ecuación II – 16

$d4 = 0.18 * 66 * 3.6$

$d4 = 42.77\, m$

Obteniendo:

$\boldsymbol{Dr = d1 + d2 + d3 + d4}$ Ecuación II – 12

$Dr = 55.49 + 171.86 + 114.78 + 42.77$

$Dr = 384.9\, m$

El valor calculado esta por debajo del mínimo establecido por el MTOP para un terreno ondulado, por lo tanto se utilizará como distancia de rebase $\boldsymbol{Dr = 415\, m}$.

Tabla XV. Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo

	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
Clase de Carretera	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3000 a 8000 TPDA	830	690	565	690	565	415
II 1000 a 3000 TPDA	690	640	490	640	565	345
III 300 a 1000 TPDA	640	565	415	565	415	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V Menos de 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

Fuente: Reglamento Mtop - 2002

2.6 Señalización

Para el control de tránsito de vehículos en caminos es necesario disponer de un señalamiento que consistirá en la colocación de letreros, signos pintados en las calzadas, espaldones o en otros lugares de la vía.

Los requisitos básicos de las señalizaciones que establece el Ministerio de Transporte y Obras Públicas es:

1. Ser visible.
2. Transmitir un mensaje de prevención o alerta algún cambio que se suscite.
3. Permitir al conductor una reacción oportuna.

2.6.1 Señalización Horizontal

El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, hace referencia a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el piso con el objetivo de regular y canalizar las zonas de circulación vehicular y zonas con presencia de obstáculos. Pueden utilizarse solas o junto con otros dispositivos de señalización.

Para el diseño de una correcta señalización horizontal, es impresindible, que su tamaño, forma, contraste y composición atraigan la atención de los usuarios siendo claras, sencillas e inequívocas. Con respecto al color, ilumkinación y retrorreflectividad se deben apreciar de igual manera durante el día, la noche y en períodos de visivilidad limitada.

Toda señalización tiene una vida útil que está en función de los materiales utilizados en su fabriación, de la acción del media ambiente, de agentes externos y de la permanencia de las condiciones que la justifican. Para ello, resulta imprescindible asegurar su oportuna limpieza, reemplazo o retiro.

El material para la señalización horizontak debe ser aplicado en capas desgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos,

cintas preformadas, entre otros, las características mínimas del material de aplicación deber ser pintura de tráfico acrílicas con microesferas, siendo opcional en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación.

Las dimensiones de la señalización dependen de la velocidad máxima de la vía en que se ubican, y se describen en los siguientes items.

2.6.1.1 Clasificación

Se clasifican según su forma y pueden ser:

1. **LÍNEAS LONGITUDINALES**

Se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

Pueden ser continuas, segmentadas y zigzag. Las primeras y zigzag indican sectores donde está prohibido estacionarse o efectuar las maniobras de rebasamiento y giros, y las segmentadas, donde dichas maniobras están permitidas.

En color de las líneas indican:

- Líneas Amarilla: definen restricciones, separación de tráfico viajando en direcciones opuestas.
- Líneas Blancas: definen la separación de flujos de tráfico en la misma dirección, borde derecho de la vía (berma), zonas de estacionamiento y proximidad a un cruce cebra.
- Línea Azul: definen zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

Los anchos de las líneas varían de 100 a 150 mm.

2. LÍNEAS TRANSVERSALES

Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalizar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

3. SÍMBOLOS Y LEYENDAS

Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, flechas, triangulos ceda el paso y leyendas tales como PARE, BUS, CARRIL EXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXIS, PARADA BUS, entre otros.

4. Otras señales como chevrones, tachas etc.

La señalización horizontal que se empleará en la carretera “Sacachún – La Cienega”, será:

Líneas de separación de flujos opuestos (segmentadas)

Empleadas en calzadas bidireccionales, indican la separación de los flujos de circulación opuesta y son de color amarillo. Se ubican en el centro de la calzada y su ancho varía según el tipo de línea y la velocidad máxima permitida en la vía, para las líneas segmentadas se emplea la siguiente tabla:

Tabla XVI. Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada

Velocidad máxima de la vía (km /h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3 - 9
Mayor a 50	150	12,00	3 - 9

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 2 – Señalización Horizontal – Inen 2011.

La longitud de las líneas centrales será:

- En vías rurales:

Longitud del segmento pintado 4.50 m

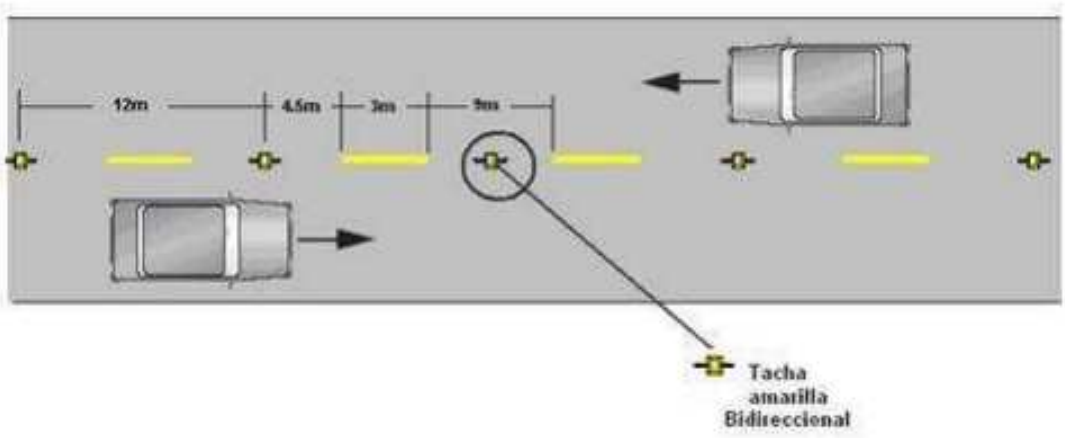
Longitud del espacio sin pintar 7.50 m

- En vías urbanas:

Longitud del segmento pintado 3.00 m

Longitud del espacio sin pintar 5.00 m

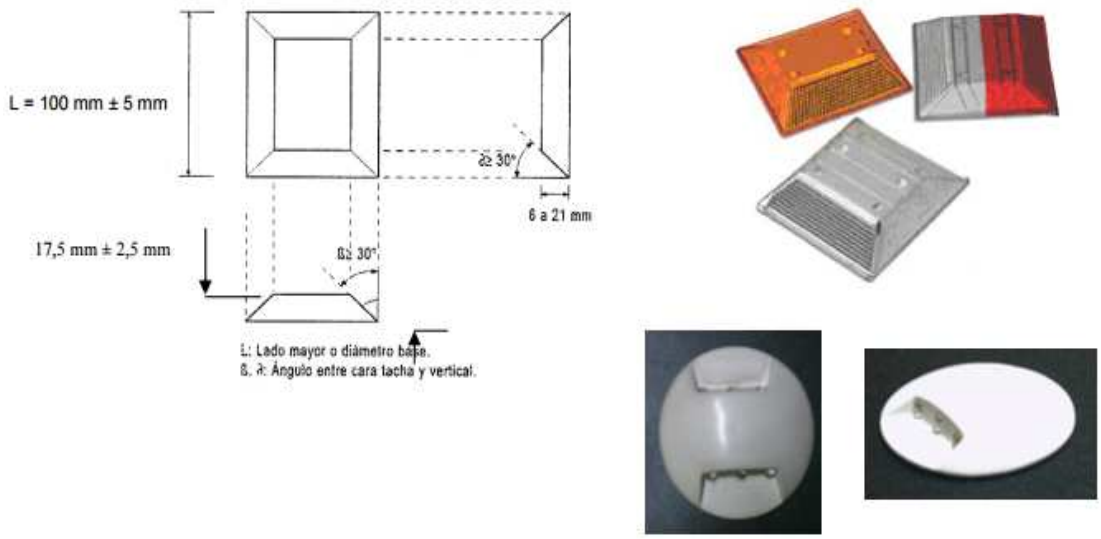
Ilustración 2.5. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 2 – Señalización Horizontal – Inen 2011.

En cuanto a las tachas u ojos de gato, su lado mayor o el diámetro de su base, debe ser de 100 mm con tolerancia de ± 5 mm; con altura de 17.5 mm con tolerancia de ± 2.5 mm. Ninguna de sus caras debe formar un ángulo mayor a 60° con la horizontal.

Ilustración 2.6. Demarcadores (ojos de gato, tacha).

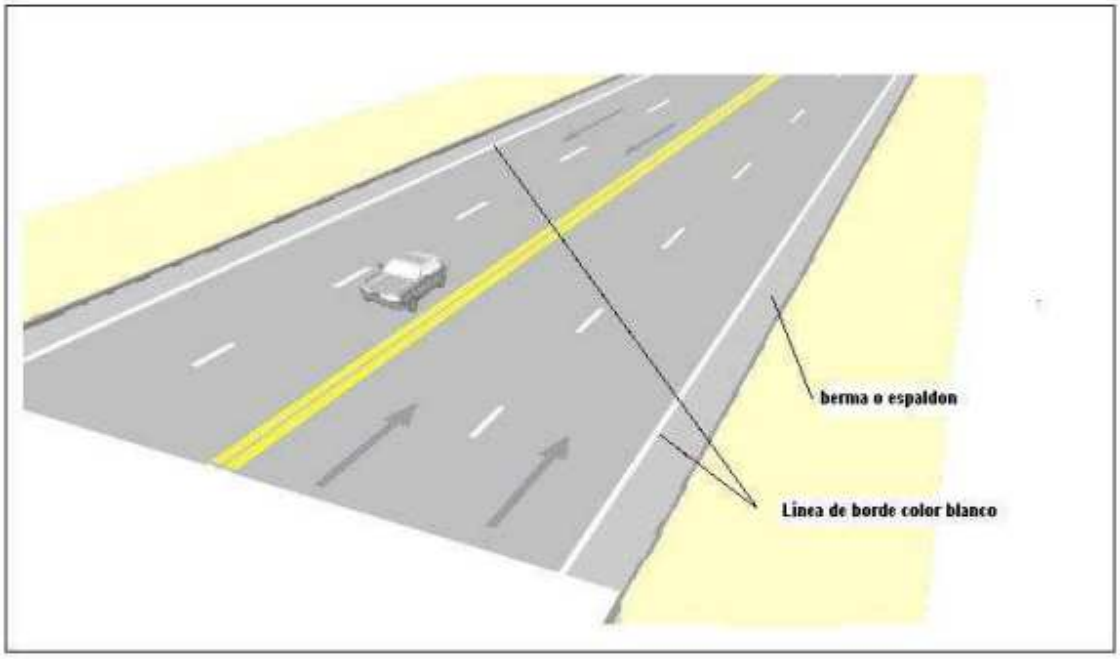


Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 2 – Señalización Horizontal – Inen 2011.

Líneas de borde de pavimento

Es una línea continua de color blanco de 12 cm de ancho, separa la berma del carril de circulación e indica el borde exterior del pavimento.

Ilustración 2.7. Señalización líneas de borde



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 2 – Señalización Horizontal – Inen 2011.

2.6.2 Señalización Vertical

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

Las señales deben ser legibles para los usuarios y su ubicación debe ser acorde con lo establecido por la norma, implica que tengan buena visibilidad, tamaño adecuado de letra, símbolos, leyendas y formas acordes.

UBICACIÓN LONGITUDINAL

La localización longitudinal de las señales está fijada por la naturaleza de su mensaje o su uso característico. En el caso de las señales preventivas, deben ser ubicadas con anticipación suficiente para preparar al conductor a reaccionar de manera apropiada.

Por cada poste existirá una sola señal, en caso de existir la necesidad de transmitir dos o más mensajes diferentes en una misma ubicación, se usarán señales separadas ubicadas a una distancia mínima entre ellas de 0.6 V (siendo V la velocidad promedio a la que circula el 85 percentil de los vehículos en condiciones libres de tránsito en km/h).

UBICACIÓN LATERAL

Todas las señales se colocan al lado derecho de la vía, considerando el sentido de la circulación vehicular, formando un ángulo de 85 y 90 grados entre el plano frontal de la señal y el eje de la vía.

En una zona rural con vía sin bordillo, la señal debe estar a una distancia de por lo menos 600 mm del borde exterior de la berma; si se tiene cuneta la distancia a considerar es desde el borde externo de la misma. La separación no debe ser menor de 2.00 m ni mayor de 5.00 m del borde del pavimento de la vía, exceptuando las autopistas.

En las zonas urbanas, en vías con acera, las señales se colocas a mínimo 300 mm del filo del bordillo y 1 metro como máximo. Al no tener aceras se establecen las mismas separaciones que en una zona rural.

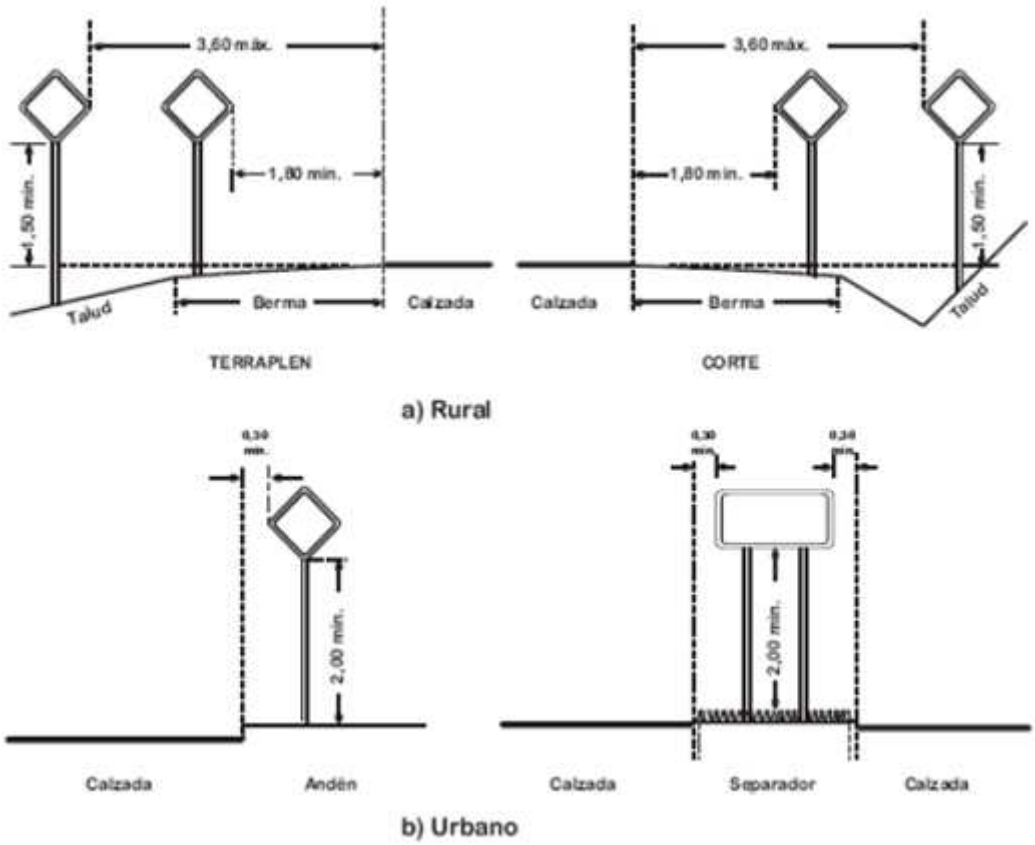
ALTURA DE LAS SEÑALES

En sectores rurales, la altura libre de la señal no debe ser menor a 1.50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal. Para señales direccionales de información en intersecciones y zonas pobladas la altura libre debe ser de 2.00 m.

Para zonas urbanas con aceras, la altura de la señal no bebe ser menor a 2.00 m desde la superficie de la acera hasta el borde inferior de la señal o 2.20 m para reducir la interferencia que pueden ocasionar vehículos estacionados. Cuando no hay aceras o vehículos estacionados se considera la misma altura establecida en zonas rurales.

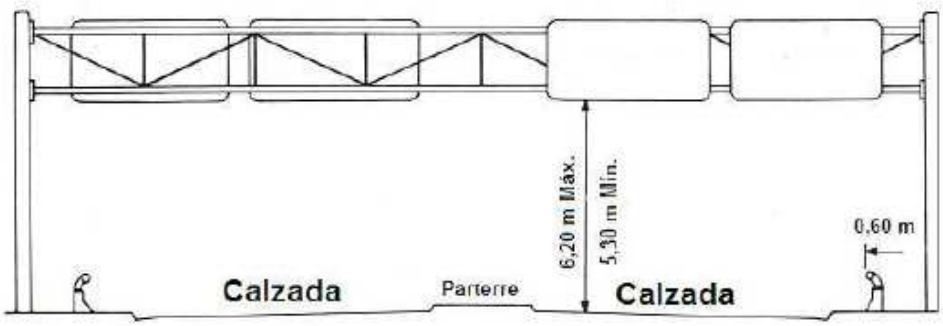
Las señales elevadas tipo pórtico, deberán presentar como mínimo una altura libre de 5.30 m, medida desde la rasante de la vía.

Ilustración 2.8. Ubicación de señales verticales.



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

Ilustración 2.9. Soporte tipo pórtico



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

2.6.2.1 Clasificación

1. **Señales Regulatorias (Código R):** Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito.

2. **Señales Preventivas (Código P):** Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma.

3. **Señales de Información (Código I):** Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico.

4. **Señales Especiales Delineadoras (Código D):** Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma.

5. **Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T):** Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajos en la vía y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales.

A continuación, se especifican el tipo de señales verticales que se emplearán en la carretera “Sacachún – La Ciénega”, con sus respectivas dimensiones:

- **REGULATORIAS**

Limite máximo de velocidad (R4-1)

Señal utilizada para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de la vía. Su instaleción requiere de un estudio del tramo, que considere el tipo de la vía, su velocidad de diseño y de operación, la ccidentabilidad registrada, el uso del suelo del sectro adyacente, etc.

Los límites máximos de velocidad deben ser expresado en múltiplos de 10.

Ilustración 2.10. Límite máximo de velocidad.

Símbolo y orla negros
Círculo rojo retroreflectivo
Fondo blanco retroreflectivo

R4-1

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

Reduzca la velocidad (R4-4)

Señal que se usa en sitios donde la velocidad de aproximación es alta y requiere la reducción de la velocidad de circulación por una probable detención mas adelante. Debe ser complementada con una señal preventiva, que indique el porqué es requerido la reducción de la velocidad.

La señal debe ser instalada a una distancia de 60 m a 120 m antes de una señal preventiva, de tal forma que las dos señales sean visibles al mismo tiempo.

Ilustración 2.11. Reduzca la velocidad.

Leyenda y orla color blanco retroreflectivo
Fondo color rojo retroreflectivo

R4-4

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-4 A	750x600
R4-4 B	900x1200
R4-4 C	1500x1200

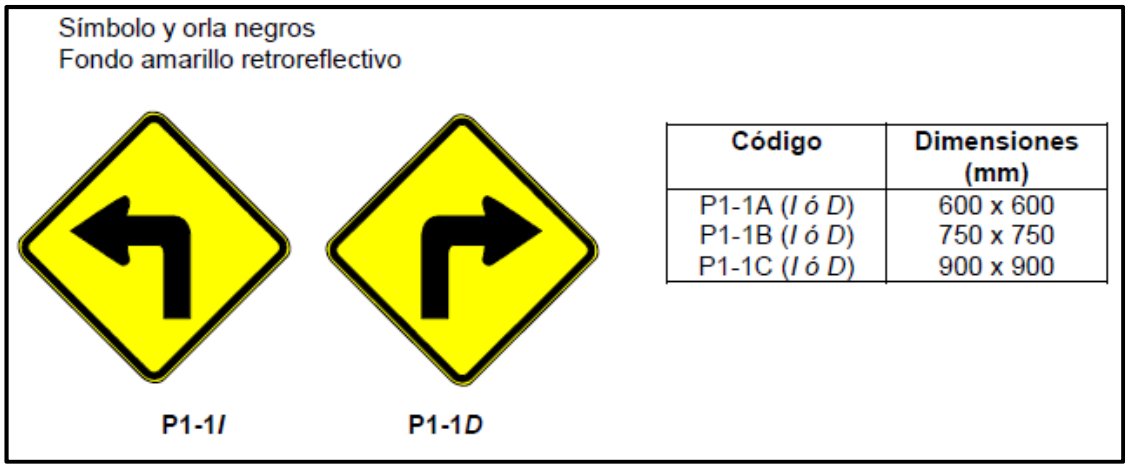
Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

- **PREVENTIVAS**

Curva cerrada izquierda (P1 – 1I), derecha (P1 – 1D)

Señales que indican la aproximación a curvas cerradas; y se instalan antes de una curva con ángulo de viraje < a 90°, una señal de reducción de velocidad debe acompañar esta señal.

Ilustración 2.12. Curvas cerradas



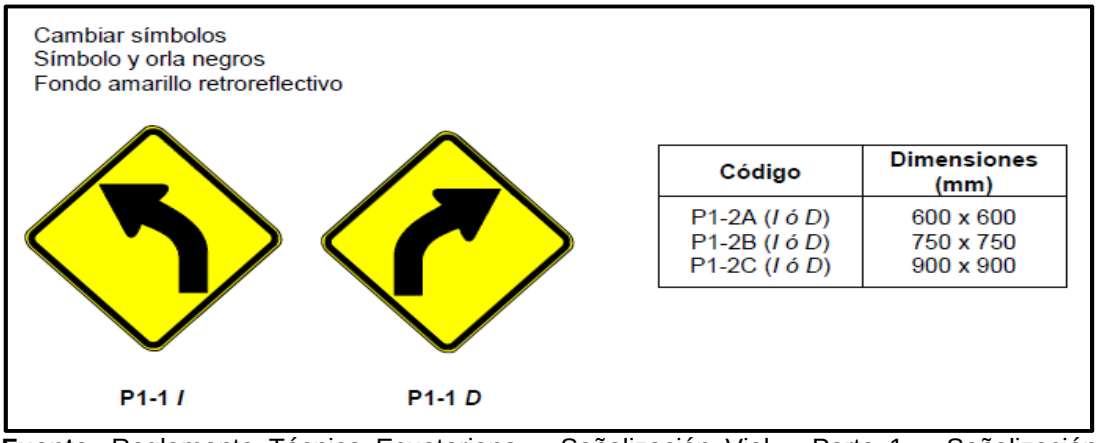
Código	Dimensiones (mm)
P1-1A (*I ó D*)	600 x 600
P1-1B (*I ó D*)	750 x 750
P1-1C (*I ó D*)	900 x 900

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

Curva abierta izquierda (P1 – 2I), derecha (P1 – 2D)

Indican la aproximación a curvas abiertas; y se instalan en aproximaciones a una curva abierta a la izquierda o derecha. Se aconseja acompañar ésta señal con una de reducción de velocidad, de acuerdo a las circunstancias.

Ilustración 2.13. Curvas abiertas



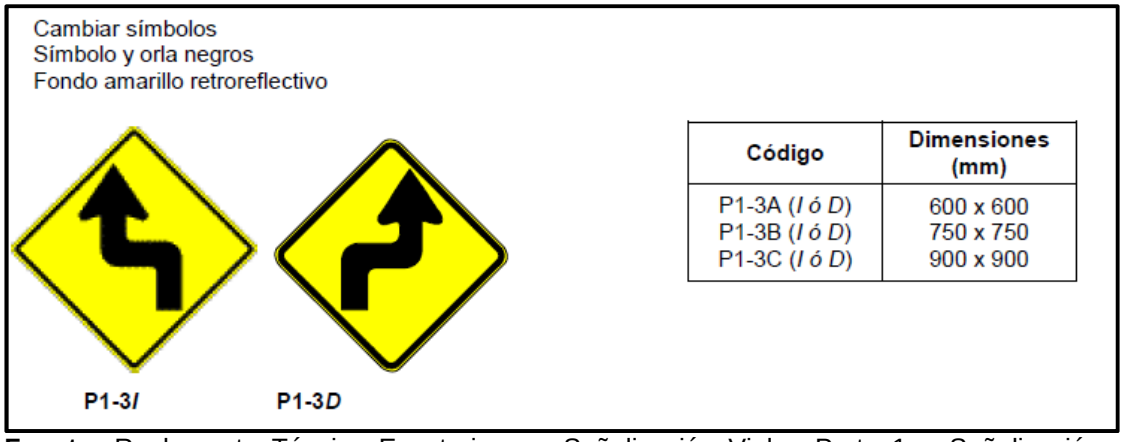
Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (*I ó D*)	600 x 600
P1-2B (*I ó D*)	750 x 750
P1-2C (*I ó D*)	900 x 900

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

Curva y contra curva cerrada izquierda-derecha (P1 – 3I) y derecha-izquierda (P1 – 3D)

Indican la aproximación a dos curvas contrapuestas y cuya tangente de separación es menor a 120 m; y se instalan en aproximaciones a esta clase de curvas. Se acompaña de una señal de reducción de velocidad.

Ilustración 2.14. Curva y contra curva cerrada.



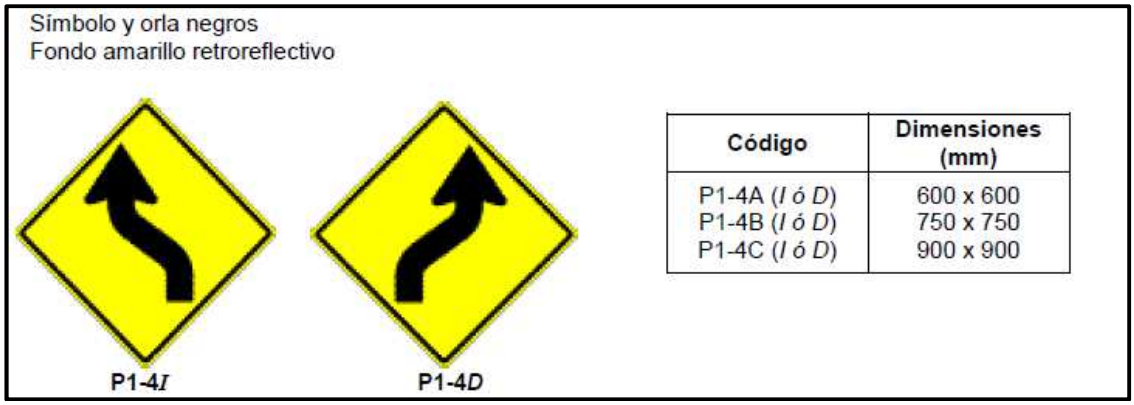
Código	Dimensiones (mm)
P1-3A (*I ó D*)	600 x 600
P1-3B (*I ó D*)	750 x 750
P1-3C (*I ó D*)	900 x 900

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

Curva y contra curva abierta izquierda-derecha (P1 – 4I) y derecha-izquierda (P1 – 4D)

Indican la aproximación a dos curvas contrapuestas y cuya tangente de separación es menos a 120 m; y se insatalan en aproximaciones a esta clase de curvas. Se acompaña de una señal de reducción de velocidad.

Ilustración 2.15. Curva y contra curva abierta.



Código	Dimensiones (mm)
P1-4A (*I ó D*)	600 x 600
P1-4B (*I ó D*)	750 x 750
P1-4C (*I ó D*)	900 x 900

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

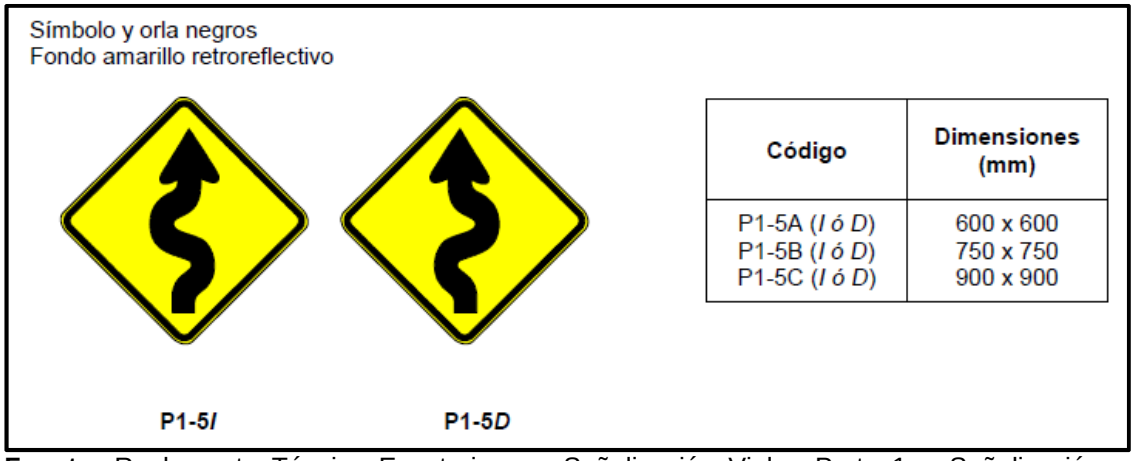
Vía sinuosa primera izquierda (P1-5I) – primera derecha (P1-5D)

Esta señal previene al condctor la existencia adelante, de tres o más curvas sucesivas opuetas (tipo “S”). se instalan en aproximaciones a un tramo de vía sinuosa; en donde se justifica el uso de las señales de curva cerrada (P1-1) o

abierta (P1-2). Las curvas sucesivas deben estar separadas por tangentes menores a 120 m.

En el eje inferior de la flecha se debe indicar la dirección de la primera curva de acceso.

Ilustración 2.16. Vía sinuosa.



Código	Dimensiones (mm)
P1-5A (*I ó D*)	600 x 600
P1-5B (*I ó D*)	750 x 750
P1-5C (*I ó D*)	900 x 900

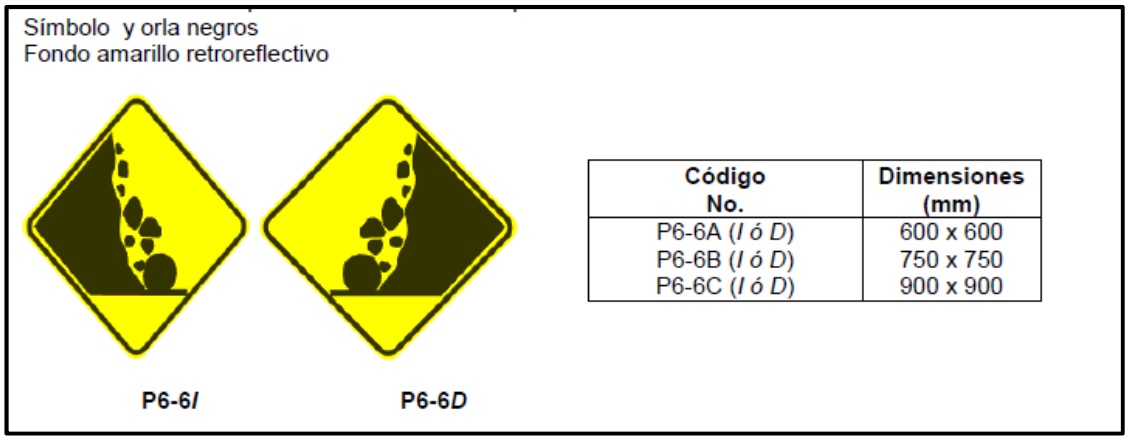
Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

Zona de derrumbes izquierda (P6-6I) y derecha (P6-6D)

Esta señal se usa para advertir la aproximación a zonas de derrumbes al costado izquierdo o derecho la de circulación normal, con posibles desprendimientos de materiales en la vía.

Se recomienda acompañar con una señal complementaria de acuerdo a las circunstancias.

Ilustración 2.17. Zona de derrumbes.



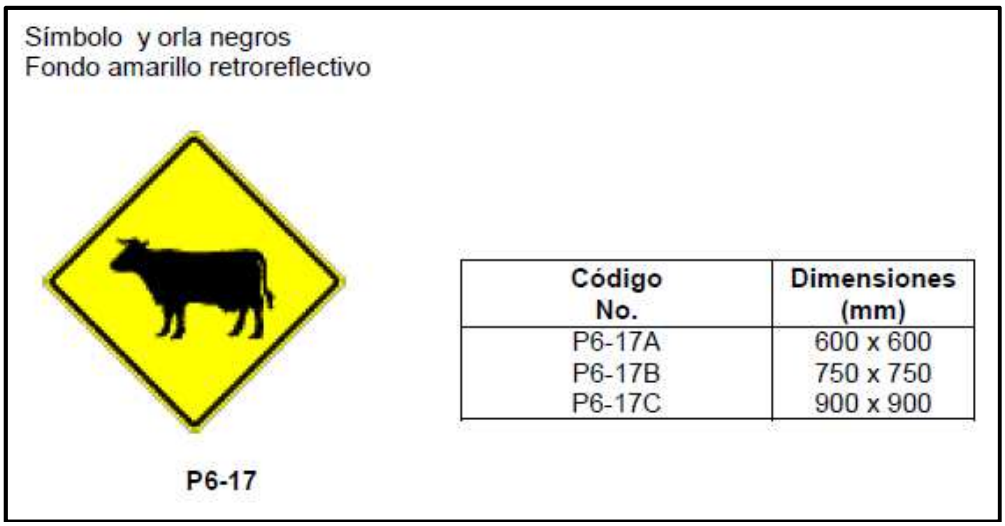
Código No.	Dimensiones (mm)
P6-6A (*I ó D*)	600 x 600
P6-6B (*I ó D*)	750 x 750
P6-6C (*I ó D*)	900 x 900

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

Animales en la vía (P6-17)

Esta señal debe utilizarse para advertir la probable presencia de animales en la vía, sean estos domésticos o de ganado.

Ilustración 2.18. Animales en la vía.



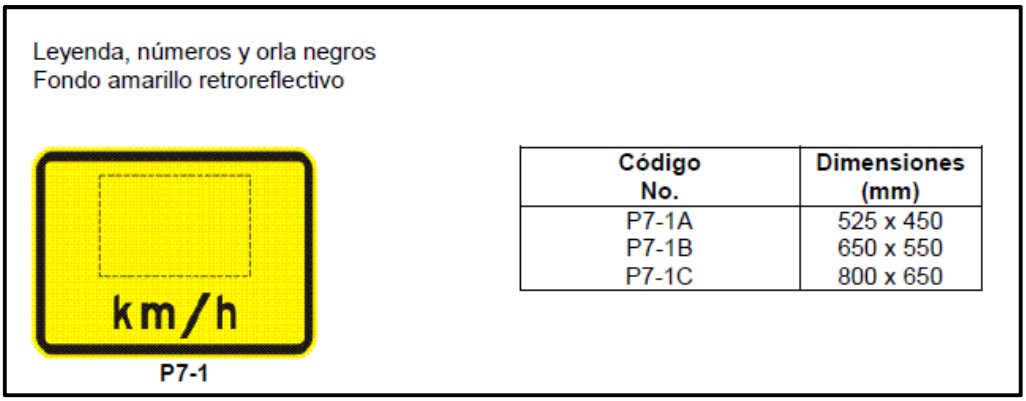
Código No.	Dimensiones (mm)
P6-17A	600 x 600
P6-17B	750 x 750
P6-17C	900 x 900

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

Kilómetros/hora (P7-1)

Esta señal indica la velocidad de circulaión recomendable en un tramo de la vía.

Ilustración 2.19. Kilómetros /hora.



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

- **INFORMATIVAS**

Nombre de ciudades, ríos, sitios, puentes, etc. (I1-3c)

Estas señales indican a los conductores los nombres de los lugares específicos en el que se encuentra.

Son rectangulares, con el eje horizontal más largo. Los colores son fondo verde y las letras, flechas y orla, blanco. Cambian de color

Se debe utilizar letras mayúsculas, la altura mínima de la letra a utilizarse es de 140 mm.

Ilustración 2.20. Señalización puente

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano – Señalización Vial – Parte 1 – Señalización Vertical – Inen 2011.

CAPÍTULO III

ALTERNATIVAS DE RUTA Y DISEÑO GEOMÉTRICO

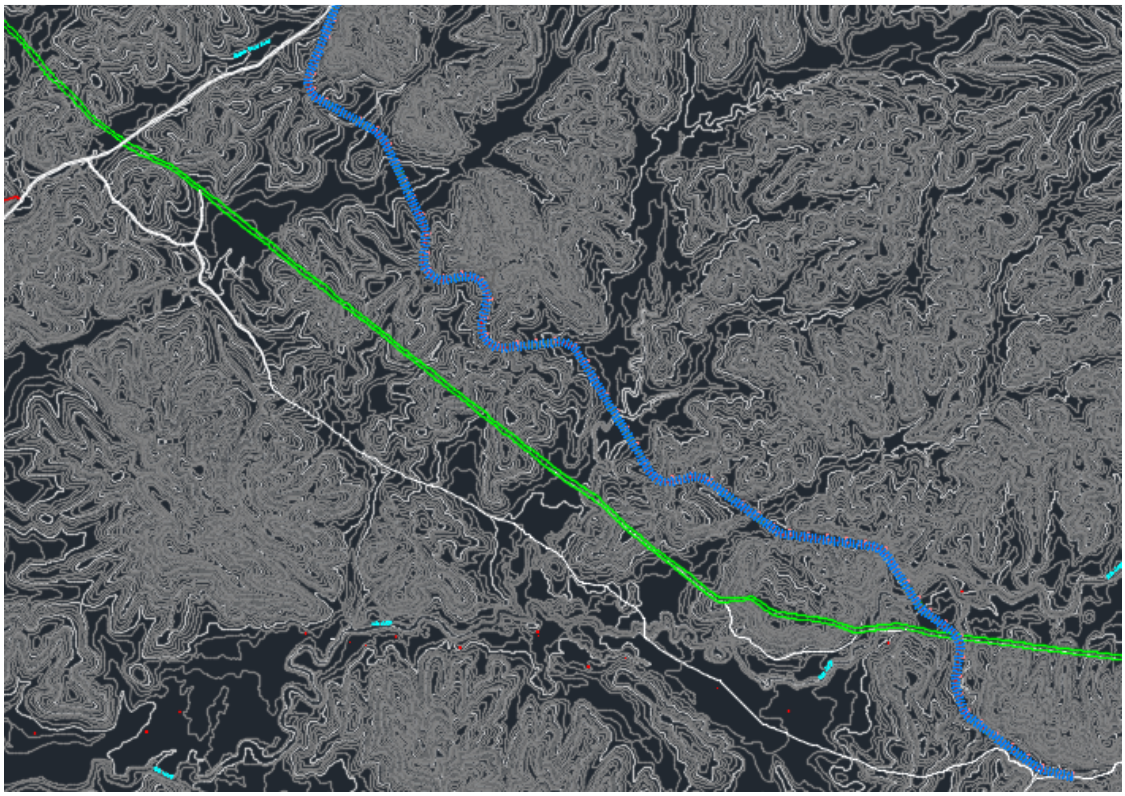
3.1 Alternativas de diseño geométrico para la vía Sacachún-La Ciénega

Para las alternativas de diseño se empleó la información técnica del sector, obteniendo en oficina tres posibles alternativas de trazado vial, las que una vez verificadas en situ se permitió seleccionar una de ellas.

Debido a las restricciones que presentan la parte topográfica, hidrológica, estructural, económica, ambiental y social; existen muchos parámetros a considerar para satisfacer las necesidades de las poblaciones que comunicara la carretera.

A continuación, se presentan las tres opciones y sus respectivas propiedades:

Ilustración 3.1. Alternativa de trazado de Ruta 1



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 3.2. Alternativa de trazado de Ruta 2

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 3.3. Alternativa de trazado de Ruta 3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XVII. Propiedades de las alternativas de ruta

ALTERNATIVA	LONGITUD	PENDIENTE MAXIMA	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	NUMERO DE PUENTES	LONGITUD DE PUENTES
	(m)	(%)	(m3)	(m3)	U	(m)
1	6414.49	4.9	133170.31	99347.15	1	150
2	6841.91	3.95	129603.77	31778.2	2	42
						31
3	8553.57	2.15	59549.7	46377.53	1	42

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Criterios de Selección de Ruta

En cuanto a las restricciones que presentaban cada una de las alternativas tenemos:

Tabla XVIII. Restricciones de las alternativas de trazado de ruta

ALTERNATIVA	RESTRICCIÓN	TIPO
1	Paso de la carretera por oleoducto de gas licuado.	Topográfica
	Sinuosidad del camino, existen muchas curvas y contra curvas cerradas con radios muy pequeños.	Topográfica
	Volumen de corte y relleno considerable.	Económica
2	Construcción de dos puentes.	Estructural y económica
	Sinuosidad del camino, existen muchas curvas y contra curvas cerradas con radios muy pequeños.	Topográfica
	Volumen de corte y relleno considerable.	Económica
3	Longitud de camino considerable, provocando mas deforestacion	Ambiental

Fuente: Elaboración Propia

Adicional a las restricciones establecidas, se tiene la restricción social para las tres alternativas, ya que se busca evitar las inconformidades de los pobladores durante la construcción, debido a la generación de polvo, de ruido y cierre de algunos caminos.

Cada una de las alternativas presenta ventajas en cuanto a la economía y viabilidad de la obra. La alternativa 1 tiene menor longitud y una estructura adicional a construir, favoreciendo al presupuesto de la obra.

La alternativa 2 presenta pendientes medias, adaptándose perfectamente a la topografía del terreno, no cruza por el oleoducto de gas licuado y los volúmenes de corte y relleno son menores a los de la alternativa 1.

En cuanto a la opción considerada, se establece como satisfactoria la alternativa número 3, ya que presenta solo una estructura adicional a construir

con longitud pequeña, sus curvas no son pronunciadas pudiendo establecer radios apropiados según el MTOP, sus pendientes son bajas, el volumen de corte y relleno es menor al de las otras alternativas, no pasa cerca de propiedades de los comuneros evitando expropiaciones.

3.3 Diseño Geométrico

3.3.1 Alineamiento Horizontal

Según el MTOP el alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal, cuyos elementos son las tangentes y las curvas circulares o de transición.

La topografía, la hidrología junto con las condiciones de drenaje, el potencial de los materiales locales y las características técnicas de la subrasante definen el alineamiento horizontal kilómetro a kilómetro de la carretera.

3.3.1.1 Elementos del alineamiento horizontal

De acuerdo al Ministerio de Transporte y Obras Públicas los criterios a considerar con respecto al diseño del alineamiento horizontal son:

- Si lo permite el terreno, se debe combinar curvas amplias con tangentes largas y siempre direccionado de acuerdo a la topografía existente. Evitar un alineamiento sinuoso y curvas cortas, aunque para terrenos muy accidentados se deben proyectar de forma balanceada.

- Trazar curvas con grandes radios, y considerar los mínimos para condiciones críticas del terreno
- Evitar cambios súbitos de curvaturas amplias a curvaturas cerradas.
- Para ángulos de deflexión pequeños, las curvas deben ser suficientemente largas para evitar dar la apariencia de un cambio de dirección forzado.
- Evitar curvas de radios pequeños sobre rellenos de altura y longitudes grandes.
- Siempre considerar en el trazado los aspectos de seguridad y estética de la carretera.
- Hay que tener precaución en el empleo de curvas circulares compuestas para que la medida del radio mayor no exceda de una y medida del radio menor.

DISEÑO DE TANGENTES

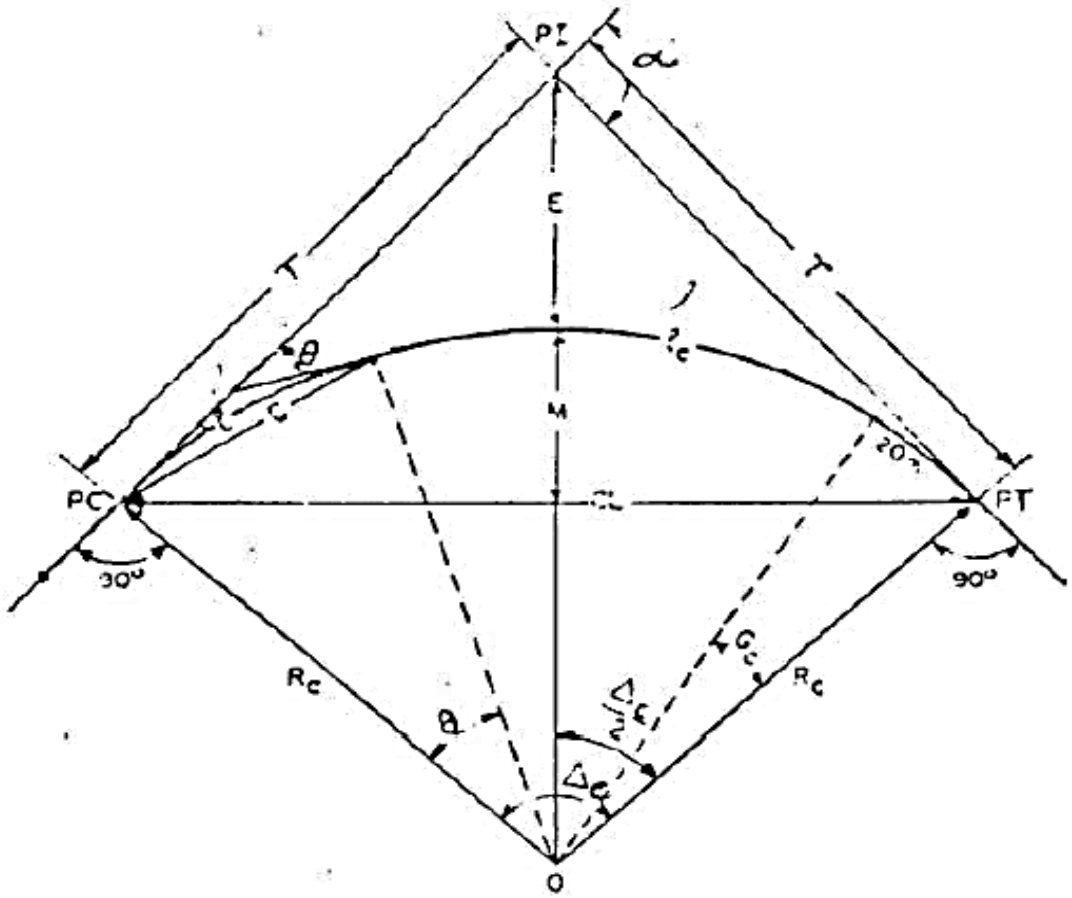
Proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y el ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se los denomina alfa “α “.

Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad.

DISEÑO DE CURVAS CIRCULARES

Las curvas horizontales circulares pueden ser simples, compuestas y reversas. En el proyecto se emplean curvas simples y se definen como arcos de circunferencia de un solo radio que forman la proyección horizontal de las curvas reales que unen dos tangentes consecutivas.

Ilustración 3.4. Elementos de una curva horizontal



Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Diseño Geometrico (2003)

PI *Punto de intersección de la prolongación de tangentes*

PC *Punto donde empieza la curva circular simple*

PT *Punto donde termina la curva circular simple*

ᾱ *Angulo de deflexión de las tangentes*

Δc *Angulo central de la curva circular*

Θ *Angulo de deflexión a un punto sobre la curva circular*

Gc *Grado de curvatura de la curva circular*

Rc *Radio de la curva circular*

T *Tangente de la curva circular o subtangente*

E *External*

M *Ordenada media*

C *Cuerda*

CL *Cuerda Larga*

l *Longitud de un arco*

le *Longitud de la curva circular*

$$Rc = \frac{1145{,}92}{Gc}$$

Ecuación III - 1

$$C = 2\ Rc\ Sen\frac{\Theta}{2}$$

Ecuación III - 2

$$CL = 2\ Rc\ Sen\frac{Ac}{2}$$

Ecuación III - 3

$$ST = Rc\ tan\frac{Ac}{2}$$

Ecuación III - 4

$$E = Rc\ (\ secante\ \frac{Ac}{2} - 1)$$

Ecuación III - 5

$$t = \frac{200}{Gc}$$

Ecuación III - 6

- **RADIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL**

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte ***"e"*** adoptado y el coeficiente de fricción lateral "**f**" correspondiente. Se lo expresa mediante la siguiente ecuación.

$$\boldsymbol{R = \frac{V^2}{127\,(e + f)}}$$

Ecuación III - 7

Donde:

R = Radio mínimo de curvatura horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de calzada).

El radio mínimo de curvatura se indica en la Tabla XVII determinado mediante la velocidad de diseño y los valores máximos de fricción y peralte.

Tabla XIX. Radios mínimos

VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)	PERALTE MÁXIMO e	f MÁXIMO	TOTAL e + f	RADIO MÍNIMO CALCULADO (m)	RADIO MÍNIMO REDONDEADO (m)
40	0.1	0.165	0.265	47.5412272	50
50	0.1	0.16	0.26	75.7116899	80
60	0.1	0.158	0.258	109.869987	110
70	0.1	0.1462	0.2462	156.712742	160
80	0.1	0.14	0.24	209.973753	210
90	0.1	0.1337	0.2337	272.911971	275
100	0.1	0.1274	0.2274	346.262786	350
110	0.1	0.1211	0.2211	430.916285	435
120	0.1	0.1149	0.2149	527.621344	530

Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Diseño Geometrico 1973 (2003)

Los radios mínimos son empleados en condiciones críticas de topografía, cuando el terreno es montañoso o escarpado. En cruces de accidentes orográficos e hidrográficos, en intersecciones y vías urbanas.

3.3.1.2 Peralte de curvas

Un vehículo al ingresar en una curva tiende a voltearse o salir de la vía por la acción de la fuerza centrífuga (f), la misma que es contrarrestada por las componentes de las fuerzas del peso del vehículo y la fuerza de fricción que ejercen las llantas en la calzada. La fuerza centrífuga se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$\int = \frac{\boldsymbol{m} * \boldsymbol{V^2}}{\boldsymbol{R}} = \frac{\boldsymbol{P} * \boldsymbol{V^2}}{\boldsymbol{g} * \boldsymbol{R}}$$

Ecuación III - 8

Donde:

$\boldsymbol{m} =$ $masa = \frac{P}{g}$

P = Peso del vehículo

g = Aceleración de la gravedad = 9.78 m/seg^2

V = Velocidad de diseño

R = Radio de curvatura, expresado en metros.

Si el camino se mantiene transversalmente horizontal la fuerza centrífuga es absorbida por el peso del vehículo y el rozamiento por rotación.

Al resultar mayor la fuerza de volcamiento es necesario peraltar la curva, con una inclinación transversal de tal manera que sea ésta la que absorba parte del valor de la fuerza centrífuga.

MAGNITUD DEL PERALTE

De acuerdo al MTOP, el uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo, el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad. Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la fricción, para que sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral.

En base a investigaciones realizadas, se ha adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga, el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h.

Ecuación para el cálculo del peralte

$$e = \frac{V^2}{127\,R} - f$$

Ecuación III - 9

El valor del coeficiente de fricción transversal (***f)*** depende de varios factores, tipos y estado de la capa de rodadura, humedad del pavimento, labrado de las llantas, presión de los neumáticos, presencia o no de nieve, velocidad de circulación y finalmente del peralte.

Estos valores de ***f*** varían en un rango de 0.15 a 0.40, valores determinados en forma experimental.

De acuerdo con las experiencias de la AASTHO, el valor de f correspondiente al peralte viene dado por:

$$f = 0.19 - 0.000626\,V$$

Ecuación III - 10

La AASTHO ha tabulado valores máximos de peraltes para diferentes radios de curvatura y velocidades de diseño.

Tabla XX. Peraltes máximos de curvatura

Radio	Velocidades				Radio	Velocidades				
	40 kph	50 kph	60 kph	70 kph		80 kph	90 kph	100 kph	110 kph	120 kph
					4500					SN
					4000				SN	CP
					3500			SN	SN	0,023
					3400		SN	SN	CP	0,024
1700				SN	3000		SN	CP	0,023	0,028
1600				SN	2500	SN	CP	0,023	0,028	0,033
1500				CP	2000	SN	0,024	0,028	0,035	0,042
1400				0,021	1900	CP	0,026	0,030	0,037	0,044
1300			SN	0,023	1800	0,021	0,027	0,031	0,039	0,046
1200			SN	0,024	1700	0,023	0,028	0,033	0,041	0,049
1100			CP	0,027	1600	0,024	0,030	0,035	0,044	0,052
1000			0,021	0,029	1500	0,025	0,032	0,037	0,046	0,055
900		SN	0,023	0,032	1400	0,027	0,034	0,040	0,050	0,058
800		SN	0,026	0,036	1300	0,029	0,037	0,043	0,054	0,062
750		CP	0,028	0,038	1200	0,031	0,040	0,046	0,058	0,066
700		0,021	0,030	0,040	1100	0,033	0,043	0,050	0,062	0,074
600	SN	0,025	0,034	0,046	1000	0,036	0,047	0,055	0,067	0,076
500	SN	0,029	0,040	0,053	900	0,040	0,052	0,060	0,072	0,081
460	CP	0,032	0,043	0,057	800	0,045	0,057	0,066	0,078	0,086
400	0,023	0,036	0,048	0,064	750	0,048	0,061	0,070	0,081	0,088
350	0,026	0,041	0,054	0,070	700	0,050	0,064	0,073	0,084	0,091
300	0,030	0,047	0,062	0,077	600	0,058	0,072	0,080	0,090	0,096
250	0,035	0,055	0,072	0,085	535	0,064	0,077	0,085	0,094	0,100
210	0,042	0,064	0,080	0,092	500	0,067	0,080	0,088	0,096	R_{min}:535m
200	0,044	0,066	0,082	0,093	460	0,072	0,084	0,091	0,098	
160	0,055	0,077	0,091	0,100	435	0,074	0,086	0,093	0,100	
150	0,058	0,079	0,092	R_{min}:160m	400	0,078	0,089	0,096	R_{min}:435m	
115	0,072	0,089	0,100		350	0,084	0,093	0,100		
110	0,074	0,091	R_{min}:115m		300	0,090	0,098	R_{min}:350m		
80	0,086	0,100			275	0,093	0,100			
75	0,089	R_{min}:80m			250	0,096	R_{min}:275m			
50	0,100				210	0,100				
	R_{min}:50m					R_{min}:210m				

SN : Seccion Normal
CP : Curva con Peralte

Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Diseño Geometrico 1973 (2003)

DESARROLLO Y TRANSICIÓN DEL PERALTE

Se sabe que la sección transversal de la calzada tiene una inclinación diferente según el alineamiento recto o curvo, para pasar de una sección a otra, considerando bombeo y peralte es necesario realizar un cambio de sección transversal a la calzada, que se realiza a través de una transición llamada transición gradual del peralte o transición de la sección transversal.

Cuando existen curvas de transición la transición del peralte se realiza en conjunto con el de la curva; en caso de no existir curvas de transición la transición del peralte se realiza en tangente y parte de la curva circular.

La longitud de transición sirve para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra peraltada alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes.

Para curvas circulares, la longitud de transición (Lt) del peralte se distribuye 1/3 en la curva y 2/3 en la tangente; la misma que es calculada con la Ecuación III - 5 y se encuentra en función de la gradiente de borde (i), cuyo valor depende de la velocidad de diseño y se encuentra tabulado en la Tabla XIX

$$\boldsymbol{Lt = \frac{e * a}{2i}}$$

Ecuación III - 11

$$\boldsymbol{x = \frac{b * a}{2i}}$$

Ecuación III - 12

Donde:

Lt = Longitud de peralte

e = Valor del peralte

a = Ancho de calzada

i = Gradiente longitudinal

x = Transición del peralte

b = Bombeo

El bombeo se estima entre los valores 1.5% – 4 %, más adelante se detalla el porcentaje a usar en el proyecto al definir los conceptos de sección típica transversal.

Tabla XXI. Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte

V_D, KM/h	VALOR DE (i), %	MAXIMA PENDIENTE EQUIVALENTE.
20	0,800	1:125
25	0,775	1:129
30	0,750	1:133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
60	0,600	1:167
70	0,550	1:182
80	0,500	1:200
90	0,470	1:213
100	0,430	1:233
110	0,400	1:250
120	0,370	1:270

Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Diseño Geometrico 1973 (2003)

El valor considerado como mínimo absoluto se lo determina según los siguientes criterios:

- La diferencia entre las pedientes longitudinales de los bordes y el eje de la calzada, no debe ser mayor a los valores máximos indicados en la Tabla XIX
- La longitud de transición debe ser mayor a las distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante dos segundos es decir:

$$\boldsymbol{Lmin = 0.56\,V}$$

Ecuación III - 13

En la cual la velocidad de diseño V se expresa en Km/h.

Puntos de una curva

$$D = Pc + \frac{1}{3}\,Lt$$

Ecuación III - 14

$$B = Pc - \frac{2}{3}\,Lt$$

Ecuación III - 15

$$A = B - x$$

Ecuación III - 16

$$C = B + x$$

Ecuación III - 17

$$D' = Pt - \frac{1}{3}\,Lt$$

Ecuación III - 18

$$B' = Pt + \frac{2}{3}\, Lt$$

Ecuación III - 19

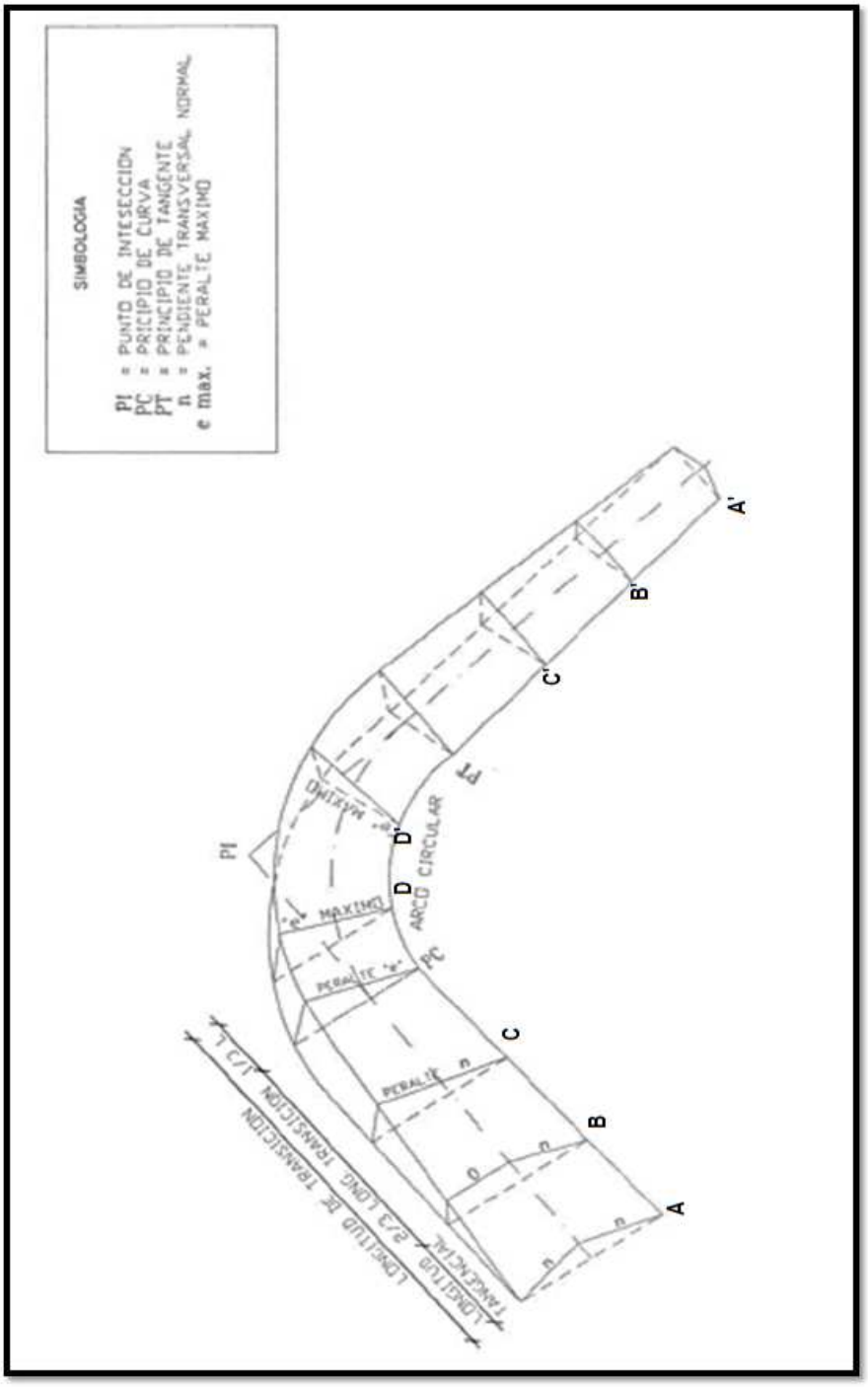
$$A' = B' + x$$

Ecuación III - 20

$$C' = B' - x$$

Ecuación III - 21

Ilustración 3.5. Diagrama de transición del peralte



Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Diseño Geometrico 1973 (2003)

3.3.1.3. Sobreancho en curvas

El sobreancho se aplica en curvas horizontales de radios pequeños y su objeto es de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad.

Según la NEVI los sobreanchos son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado y para compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de ubicarse en el centro de su carril de circulación, debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva.

Para determinar la magnitud del sobreancho es necesario conocer el radio de curvatura y aplicar la Ecuación III – 16.

$$g = \frac{36}{R} + 0.45$$

Ecuación III - 22

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores. En las tablas correspondientes se indican los diversos valores de variación de los valores del sobreancho en función de la velocidad, el radio y del vehículo de diseño.

Tabla XXII. Variación del valor del sobreancho para el vehículo de diseño

Valor del sobreancho para diferentes velocidades de diseño
Número de carriles: 2
L(m)= 9

Radios(m)	20	25	30	35	40	45	50
18							
20							
25							
30							
35							
40							
42	2,26						
50	1,92	1,99	2,06	2,13	2,20		
56	1,72	1,79	1,86	1,92	1,99	2,06	
60	1,62	1,68	1,74	1,81	1,87	1,94	
70	1,40	1,46	1,52	1,58	1,64	1,70	
75	1,31	1,37	1,43	1,49	1,55	1,60	1,66
80	1,24	1,30	1,35	1,41	1,46	1,52	1,57
85	1,17	1,23	1,28	1,34	1,39	1,44	1,50
90	1,11	1,17	1,22	1,27	1,32	1,38	1,43
100	1,01	1,06	1,11	1,16	1,21	1,26	1,31
110	0,93	0,98	1,02	1,07	1,12	1,17	1,21
120	0,86	0,90	0,95	1,00	1,04	1,09	1,13
130	0,80	0,84	0,89	0,93	0,97	1,02	1,06
140	0,75	0,79	0,83	0,87	0,92	0,96	1,00
150	0,70	0,74	0,79	0,83	0,87	0,91	0,95
160	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,90
180	0,60	0,64	0,67	0,71	0,75	0,79	0,82
200	0,55	0,58	0,62	0,65	0,69	0,72	0,76
210	0,52	0,56	0,59	0,63	0,66	0,70	0,73
230	0,48	0,52	0,55	0,58	0,62	0,65	0,68
250	0,45	0,48	0,51	0,55	0,58	0,61	0,64
275	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60
300	0,39	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56
315		0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,54
330			0,41	0,44	0,47	0,49	0,52
350				0,42	0,45	0,47	0,50
375				0,40	0,42	0,45	0,47
400					0,40	0,43	0,45
450						0,39	0,42
500							0,39

VARIACION DEL VALOR DEL SOBREANCHO PARA EL VEHICULO DE DISEÑO

Valor del sobreancho para diferentes velocidades de diseño

Número de carriles: 2

L(m)= 9

Radios(m)	60	70	80	90	100	110	120
110	1,31						
120	1,22						
130	1,15						
140	1,09						
150	1,03						
160	0,98	1,06					
200	0,83	0,90					
210	0,80	0,87	0,94				
250	0,70	0,77	0,83				
275	0,66	0,72	0,78				
300	0,62	0,67	0,73	0,79			
350	0,55	0,61	0,66	0,71	0,77		
400	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70		
430	0,48	0,53	0,57	0,62	0,67	0,72	
520	0,42	0,46	0,51	0,55	0,59	0,64	0,68
600		0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62
700			0,42	0,46	0,49	0,53	0,57
800				0,42	0,45	0,49	0,53
900				0,39	0,42	0,46	0,49
1000					0,40	0,43	0,46
1100						0,41	0,44
1200						0,39	0,41
1300							0,40
1400							
1500							
1750							
2000							
2250							
2500							
3000							

Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Diseño Geometrico 1973 (2003)

Con respecto a la distribución del sobreancho, el ensanchamiento debe obtenerse gradualmente desde los accesos a la curva, a fin de asegurar un

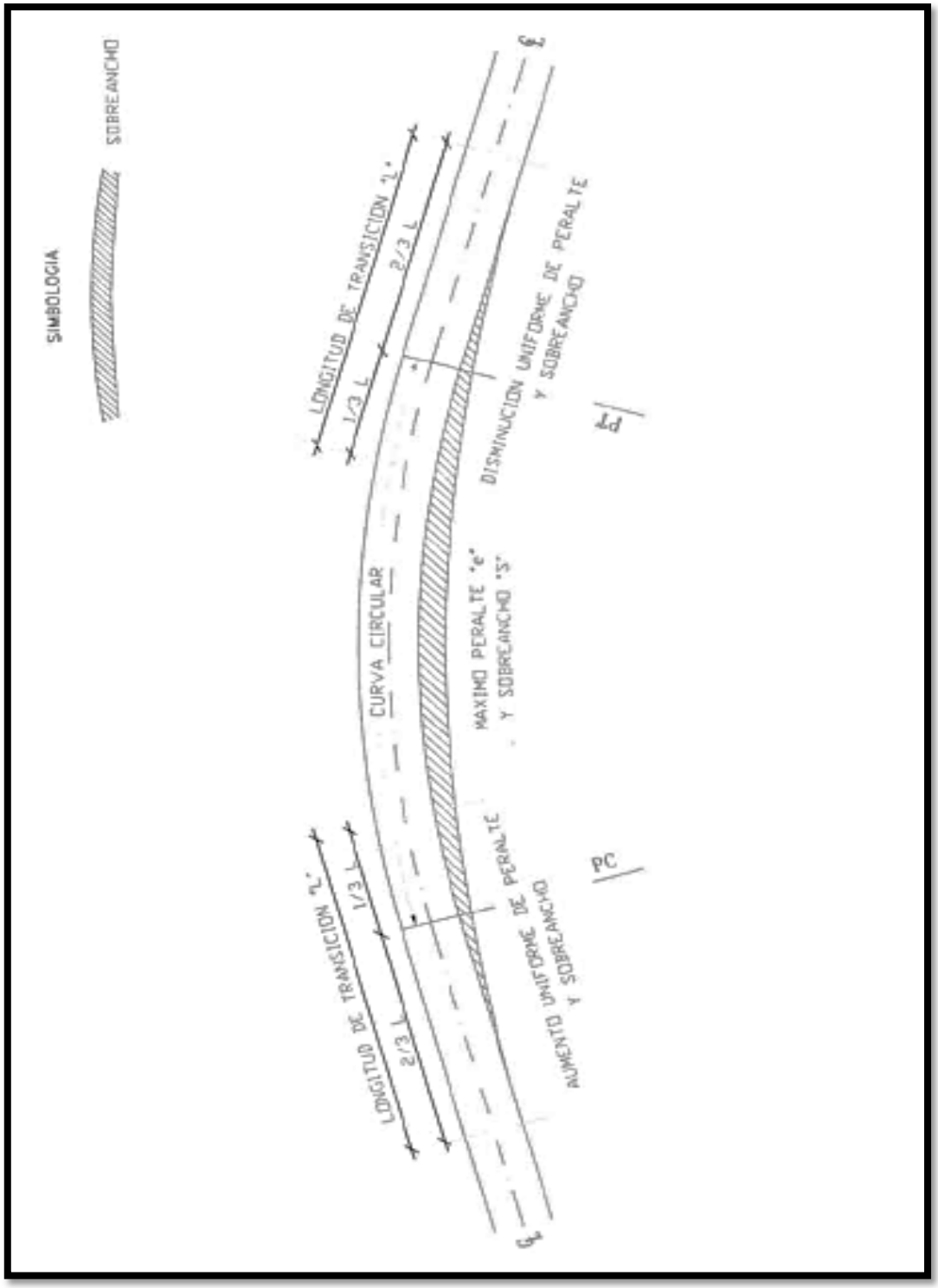
alineamiento razonablemente gradual del borde del pavimento y coincidir con la trayectoris de los vehículos que entran o salen de la curva. Los criterios a considerar son:

a. En curvas simples, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al bordo interior del pavimento solamente.

b. El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque a veces pueden utilizarse longitudes menores.

c. El ensanchamiento debe realizarse pregresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y en casos difíciles, 50 por ciento en la tangente y 50 por ciento dentro de la curva.

Ilustración 3.6. Transición del peralte y sobreancho



Fuente: Publicación De Ministerio De Transporte Y Obras Publicas – Diseño Geometrico 1973 (2003)

3.3.1.4 Resumen del proyecto horizontal

Tabla XXIII. Resumen curvas horizontales

	X	Y	d [m]		α	R [m]	T [m]	E [m]	CL [m]	F [m]	LC [m]	PC	PT	ABCISA	CURVA	d' [m]
PA	562289.55	9748114.972												0+000.00		
PI1	562457.8004	9748048.634	180.858	+	79° 46' 00"	110	91.92	33.35	141.07	25.59	153.14	0+088.94	0+242.08	0+180.86	CHD1	88.938
PI2	562276.5174	9747140.135	926.409	-	76° 39' 29"	160	126.49	43.96	198.46	34.49	214.07	0+950.08	1+164.15	1+076.57	CHI1	707.997
PI3	563351.91	9746647.182	1182.993	-	25° 31' 53"	200	45.31	5.07	88.39	4.94	89.12	2+175.33	2+264.46	2+220.65	CHI2	1011.188
PI4	563934.1029	9746656.38	582.266	-	30° 37' 26"	300	82.14	11.04	158.44	10.65	160.35	2+719.27	2+879.62	2+801.41	CHI3	454.815
PI5	564764.26	9747165.679	973.933	+	42° 46' 38"	110	43.08	8.14	80.23	7.58	82.13	3+728.33	3+810.45	3+771.41	CHD2	848.712
PI6	565076.0836	9747103.664	317.931	-	28° 17' 20"	110	27.72	3.44	53.76	3.33	54.31	4+057.58	4+111.89	4+085.30	CHI4	247.127
PI7	565231.485	9747151.296	162.537	+	26° 41' 09"	110	26.09	3.05	50.77	2.97	51.23	4+220.62	4+271.85	4+246.71	CHD3	108.726
PI8	565565.8833	9747094.465	339.193	-	20° 49' 51"	115	21.14	1.93	41.58	1.89	41.81	4+563.82	4+605.63	4+584.95	CHI5	291.965
PI9	565971.4172	9747174.657	413.387	+	45° 32' 32"	200	83.95	16.91	154.82	15.59	158.97	4+913.92	5+072.89	4+997.88	CHD4	308.295
PI10	566233.4825	9746995.51	317.446	-	47° 22' 02"	160	70.18	14.71	128.54	13.48	132.27	5+236.21	5+368.48	5+306.39	CHI6	163.312
PI11	566425.901	9747039.971	197.488	+	31° 07' 53"	160	44.57	6.09	85.87	5.87	86.94	5+451.22	5+538.15	5+495.79	CHD5	82.738
PI12	567276.8511	9746761.497	895.357	-	52° 44' 27"	250	123.94	29.04	222.09	26.01	230.13	6+265.00	6+495.13	6+388.94	CHI7	726.847
PI13	568177.69	9747383.41	1094.663	+	128° 52' 44"	115	240.45	151.53	207.49	65.38	258.68	7+225.40	7+484.08	7+465.85	CHD6	730.275
PI14	568141.7021	9746900.126	484.622	-	15° 56' 04"	115	16.10	1.12	31.88	1.11	31.98	7+712.16	7+744.14	7+728.25	CHI8	228.079
PI15	568175.91	9746734.59	169.034	-	44° 26' 55"	115	46.99	9.23	86.99	8.54	89.21	7+850.09	7+939.30	7+897.08	CHI9	105.951
PI16	568583.982	9746460.628	491.506	-	20° 48' 03"	110	20.19	1.84	39.72	1.81	39.93	8+363.63	8+403.57	8+383.82	CHI10	424.329
PB	568749.76	9746422.126														

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXIV. Resumen de transición de peraltes de curvas horizontales

	PC	Cota	PT	Cota	R	Lc	Vd	b	f	e	a	i	Lp	1/3 Lp	2/3 Lp	x	A	B	C	D	D'	C'	B'	A'
CH1	0+088.94	57.57	0+242.08	56.80	110.00	153.14	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	0+045.61	0+055.61	0+065.61	0+105.61	0+225.41	0+265.41	0+275.41	0+285.41
CH2	0+950.08	54.28	1+164.15	55.35	160.00	214.07	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	0+906.75	0+916.75	0+926.75	0+966.75	1+147.48	1+187.48	1+197.48	1+207.48
CH3	2+175.33	58.65	2+264.46	58.83	200.00	89.12	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	2+132.00	2+142.00	2+152.00	2+192.00	2+247.79	2+287.79	2+297.79	2+307.79
CH4	2+719.27	60.45	2+879.62	61.17	300.00	160.35	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	2+675.94	2+685.94	2+695.94	2+735.94	2+862.95	2+902.95	2+912.95	2+922.95
CH5	3+728.33	66.33	3+810.45	66.33	110.00	82.13	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	3+685.00	3+695.00	3+705.00	3+745.00	3+793.78	3+833.78	3+843.78	3+853.78
CH6	4+057.58	66.33	4+111.89	66.33	110.00	54.31	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	4+014.25	4+024.25	4+034.25	4+074.25	4+095.22	4+135.22	4+145.22	4+155.22
CH7	4+220.62	66.75	4+271.85	67.15	110.00	51.23	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	4+177.29	4+187.29	4+197.29	4+237.29	4+255.18	4+295.18	4+305.18	4+315.18
CH8	4+563.82	69.45	4+605.63	69.78	115.00	41.81	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	4+520.49	4+530.49	4+540.49	4+580.49	4+588.96	4+628.96	4+638.96	4+648.96
CH9	4+913.92	67.89	5+072.89	69.56	200.00	158.97	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	4+870.59	4+880.59	4+890.59	4+930.59	5+056.22	5+096.22	5+106.22	5+116.22
CH10	5+236.21	71.26	5+368.48	72.33	160.00	132.27	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	5+192.88	5+202.88	5+212.88	5+252.88	5+351.81	5+391.81	5+401.81	5+411.81
CH11	5+451.22	72.50	5+538.15	72.67	160.00	86.94	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	5+407.89	5+417.89	5+427.89	5+467.89	5+521.48	5+561.48	5+571.48	5+581.48
CH12	6+265.00	75.12	6+495.13	76.27	250.00	230.13	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	6+221.67	6+231.67	6+241.67	6+281.67	6+478.46	6+518.46	6+528.46	6+538.46
CH13	7+225.40	83.25	7+484.08	83.95	115.00	258.68	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	7+182.07	7+192.07	7+202.07	7+242.07	7+467.41	7+507.41	7+517.41	7+527.41
CH14	7+712.16	84.57	7+744.14	84.66	115.00	31.98	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	7+668.83	7+678.83	7+688.83	7+728.83	7+727.47	7+767.47	7+777.47	7+787.47
CH15	7+850.09	84.93	7+939.30	85.18	115.00	89.21	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	7+806.76	7+816.76	7+826.76	7+866.76	7+922.63	7+962.63	7+972.63	7+982.63
CH16	8+363.63	86.32	8+403.57	86.43	110.00	39.93	60.00	2.00%	0.15	10.00%	6.00	0.60%	50.00	16.67	33.33	10.00	8+320.30	8+330.30	8+340.30	8+380.30	8+386.90	8+426.90	8+436.90	8+446.90

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Alineamiento Vertical

El alineamiento vertical es un conjunto de gradientes o pendientes que cumple con las condiciones de tangencia, que está en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad.

Los criterios para un alineamiento vertical satisfactorio son los siguientes, según lo establece el MTOP:

- Evitar perfiles con gradientes reversas agudas y continuadas, en combinación con un alineamiento horizontal en si mayor parte en línea recta, por constituir un serio peligro; esto se puede evitar introduciendo una curvatura horizontal o por medio de pendientes más suaves, las que significan mayores cortes y rellenos.
- Evitar perfiles que contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas.
- En ascensos largos, es preferible que las gradientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se las suavice cerca de la cima; también es preferible emplear un tramo de pendiente máxima, seguido por un tramo corto de pendiente suave en el cual los vehículos pesados pueden aumentar en algo se velocidad, después del cual sigue otra vez un tramo

largo de una sola pendiente aunque ésta sea algo más suave. Esto es particularmente aplicable a carreteras de baja velocidad de diseño.

- En la selección de la curva vertical a emplearse en un enlace determinado se debe tener en cuenta la apariencia estética de la curva y los requisitos para drenar la calzada en forma adecuada.

3.3.2.1 Gradientes

Para facilitar la operación de los vehículos, los gradientes deben adaptarse a la topografía del terreno. Cuando los recorridos son muy largos las pendientes tienden aumentar, es por ello que se ha normalizado la longitud crítica de gradiente, el MTOP ha establecido valores máximos en cuanto a las pendientes según el orden de la carretera, mostrados en la Tabla XXI

Tabla XXV. Valores de las pendientes según el orden de la vía

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA	Valor Recomendable			Valor Absoluto (Valor Límite)		
		LL	O	M	LL	O	M
R-I R-III	a 8000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I	3000 a 8000 TPDA*	3	4	6	3	5	7
II	1000 a 3000 TPDA*	3	4	6	4	6	8
III	300 a 1000 TPDA	3	5	7	4	7	9
IV	100 a 300 TPDA	4	6	8	6	8	10
V	Menos de 100 TPDA	4	6	8	6	8	12

* El TPDA indicado es el volumen del tráfico promedio diario anual proyectado 0 15 o 20años

LL : Terreno Llano
O : Terreno Ondulado
M : Terreno Montañoso

Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geométrico 1973 (2003).

La gradiente y longitud máxima, pueden adaptarse a los siguientes valores.

Para gradientes del:

8 – 10% La longitud máxima será de 1000m.

10 – 12% 500 m.

12 – 14% 250 m.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de 1°, 2° y 3° clase).

GRADIENTE MÍNIMA

Generalmente se acepta una gradiente mínima de 0.5 por ciento, aunque para rellenos de 1 metro de altura se puede tomar un valor de cero por ciento. El gradiente mínimo está relacionado con el drenaje transversal de las aguas lluvias.

LONGITUD CRÍTICA

La longitud crítica se usa para indicar la longitud máxima de gradiente cuesta arriba, sobre la cual puede operar un camión representativo cargado, sin mayor reducción de su velocidad y, consecuentemente sin producir interferencias mayores en el flujo de tráfico.

Para una gradiente dada, y con volúmenes de tráfico considerables, longitudes menores que la crítica favorecen una operación aceptable.

A fin de mantener una operación satisfactoria en carreteras con gradientes que tiene longitudes mayores que la crítica, y con bastante tráfico, es necesario hacer correcciones en el diseño, tales como el cambio de localización para reducir las gradientes o añadir un carril de ascenso adicional para los camiones y vehículos pesados.

Para carreteras de dos carriles, como guía general, debe considerarse una vía auxiliar de ascenso cuando el volumen de tránsito horario empleado en el diseño exceda en un 20 % la capacidad proyectada para la gradiente que se estudia.

Para establecer los valores de diseño de las longitudes críticas de gradiente, se asume lo siguiente:

- Un camión cargado tal que la relación de su peso potencia (libras por cada H.P.) sea aproximadamente igual a 400.
- La longitud crítica de gradiente es variable de acuerdo con la disminución de la velocidad del vehículo que circula cuesta arriba; esto es, a menor reducción de la velocidad se tiene una mayor longitud crítica de gradiente.
- Se establece una base común en la reducción de la velocidad, fijándola en 25 kph para efectos de la determinación de la longitud de la gradiente crítica promedio.

Para calcular la longitud crítica de gradiente se tiene la siguiente fórmula:

$$Lc = (\frac{240}{G})^{1.42}$$

Ecuación III - 23

Lc = Longitud crítica de gradiente.

G = Gradiente cuesta arriba expresada en porcentaje.

3.3.2.2 Diseño de curvas verticales

Las curvas verticales sirven para unir dos tangentes del alineamiento vertical, la más usada en el diseño es la parábola simple que se aproxima a una curva circular, ya que la variación de la tangente es constante.

Pueden ser curvas verticales convexas, cuya concavidad queda hacia arriba y curvas verticales cóncavas, cuya concavidad queda hacia abajo.

La longitud mínima de las curvas verticales convexas se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo,

considerando una altura del ojo del conductor de 1.15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0.15 metros. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Lv = \frac{A * S^2}{426} = K * A}$$

Ecuación III - 24

Es necesario que las curvas verticales cóncavas sean suficientemente largas por motivos de seguridad, para que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad de parada de un vehículo.

La longitud es expresada mediante la Ecuación III – 25, basada en una altura de 60 centímetros para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo.

$$\boldsymbol{L = \frac{A * S^2}{122 + 3.5\,S} = K * A}$$

Ecuación III - 25

En las cuales:

Lv = Longitud de la curva vertical.

S = Distancia de visibilidad.

A = Diferencia algebraica de las gradientes expresada en %.

K = Constante que puede determinarse de las distancias de visibilidad al frenado para curvas horizontales.

Los valores de K se muestran en las siguientes tablas, en función de la velocidad de diseño y del tipo de carretera.

Tabla XXVI. Curvas verticales convexas mínimas

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
40	40	3,76	4
45	50	5,87	6
50	55	7,1	7
60	70	11,5	12
70	90	19,01	19
80	110	28,4	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geométrico 1973 (2003).

Tabla XXVII. Curvas verticales cóncavas mínimas

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/122+3,5\ S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geométrico 1973 (2003).

Tabla XXVIII. Valores mínimos de diseño del coeficiente "k" para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas y convexas mínimas

Clase de Carretera					Valor Recomendable			Valor Absoluto		
					L	O	M	L	O	M
R—Io	R—II	>	8.000	TPDA	115	80	43	80	43	28
1	3.000	a	8.000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1.000	a	3.000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1.000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	Menos de		100	TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geométrico 1973 (2003).

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexa y cóncava expresada en metros es la siguiente:

$$L_{min} = 0.60\,V$$

Ecuación III - 26

En la cual V es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

3.3.2.3 Resumen del proyecto vertical

Tabla XXIX. Resumen curvas verticales

Abscisa	m1%	m2%	Tipo de curva	dvp1	dvp2	dvp	A	k	Lcv	Lcv	Lcv	L
0+848.28	-0.50%	0.50%	Cóncava	82.48	83.67	84.00	1	40	16.96	84.00	84.00	40.00
1+591.29	0.50%	0.20%	Convexa	83.67	83.31	84.00	0.3	133.333	40.00	84.00	84.00	40.00
2+435.03	0.20%	0.45%	Cóncava	83.31	83.61	84.00	0.25	144	4.24	84.00	84.00	36.00
3+144.34	0.45%	0.79%	Cóncava	83.61	84.03	84.00	0.34	105.832	5.77	84.00	84.00	35.98
3+646.40	0.79%	0.00%	Convexa	84.03	83.07	84.00	0.79	57.143	45.14	84.00	84.00	45.14
4+167.24	0.00%	0.79%	Cóncava	83.07	84.03	84.00	0.79	45.769	13.40	84.00	84.00	36.16
4+655.52	0.79%	-2.15%	Convexa	84.03	80.66	84.00	2.94	30.678	90.19	90.19	92.00	90.19
4+811.50	-2.15%	1.05%	Cóncava	80.66	84.36	84.00	3.2	31.315	54.28	84.00	84.00	100.21
5+331.08	1.05%	0.20%	Convexa	84.36	83.31	84.00	0.85	42.543	36.16	84.00	84.00	36.16
5+933.97	0.20%	0.50%	Cóncava	83.31	83.67	84.00	0.3	120	5.09	84.00	84.00	36.00
6+764.08	0.50%	2.00%	Cóncava	83.67	85.59	86.00	1.5	33.333	26.23	86.00	86.00	50.00
7+017.70	2.00%	0.27%	Convexa	85.59	83.39	86.00	1.73	40.467	70.01	86.00	86.00	70.01

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 Relación entre los alineamientos horizontal y vertical

En cuanto a la combinación de los alineamientos verticales y horizontales se tienen que considerar los siguientes puntos establecidos por el MTOP:

- Se debe evitar un alineamiento horizontal constituido por tangentes y curvas de grandes radios a cambio de gradientes largas y empinadas, así como también un alineamiento con curvas de radios pequeños y con gradientes casi planas. Un buen diseño se consigue conciliando los dos criterios para lograr seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad de operación de los vehículos.
- No deben introducirse curvas horizontales agudas en o cerca de la cima de curvas verticales convexas pronunciadas. Esto se puede evitar haciendo que la curva horizontal sea más larga que la curva vertical.
- Se deben evitar curvas horizontales agudas en las inmediaciones del punto más bajo de las curvas verticales cóncavas que sean pronunciadas.
- En carreteras de dos carriles, la necesidad de dotarlas de tramos para rebasamiento de vehículos a intervalos frecuentes, prevalece sobre la conveniencia de la composición de los alineamientos horizontal y vertical.
- Es necesaria la provisión de curvas de grandes radios y gradientes suaves, a la medida que sea factible en la vecindad de las intersecciones de carreteras.

Es muy importante que la coordinación entre el alineamiento horizontal y el perfil vertical se efectúe durante el diseño preliminar, ajustado el uno o el otro hasta obtener el resultado más conveniente en base a un análisis gráfico de los varios elementos que influyen en un diseño equilibrado.

3.3.4 Sección transversal típica

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. El ancho de la sección transversal típica está constituido por el ancho de la calzada, espaldones, taludes interiores y cunetas.

a. ANCHO DE LA CALZADA

El ancho de calzada se determina en función del volumen de tráfico, dimensiones del vehículo de diseño y las características del terreno. El MTOP indica valores de diseño para el ancho de la calzada en función del volumen de tráfico.

Tabla XXX. Ancho de calzada según el tipo de vía

ANCHOS DE LA CALZADA			
CLASE DE CARRETERA	TRAFICO PROYECTADO TPDA	ANCHO DE LA CALZADA (M)	
		RECOMENDABLE	ABSOLUTO
R - I o R - II	> 8000	7.3	7.3
I	3000 - 8000	7.3	7.3
II	1000 - 3000	7.3	6.5
III	300 - 1000	6.7	6
IV	100 - 300	6	6
V	< 100	4	4

Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geométrico 1973 (2003).

Es importante introducir una gradiente transversal mínima o bombeo a nivel de la capa de rodadura, con la finalidad de drenar o escurrir las aguas lluvias de la calzada, para esto el MTOP ha establecido la Tabla XXVI en base a la clase de carretera y tipo de superficie.

Tabla XXXI. Gradiente transversal de la capa de rodadura

Clase de Carretera					Tipo de Superficie	Gradiente Transversal (Porcentaje)
R - I o R - II	Mas	de	8000	TPDA	Alto Grado estructural: concreto asfaltico u hormigon	1,5 - 2
I	3000	a	8000	TPDA	Alto Grado estructural: concreto asfaltico u hormigon	1,5 - 2
II	1000	a	3000	TPDA	Grado estructural Intemedio	2
III	300	a	1000	TPDA	Bjo Grado estructural:Doble Tratamiento Superficial Bituminoso	2
IV	100	a	300	TPDA	Grava o D.T.S.B	2,5 - 4
V	Menos	de	100	TPDA	Grava, Empedrado, Tierra	4

Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geométrico 1973 (2003).

El ancho de la vía para el proyecto “Sacachún – La Cienega”, será de 6 m en total, con una gradiente transversal o bombeo del 2 %, los valores corresponden a un tipo de carretera clase III.

b. ESPALDONES

Los espaldones tienen como función principal brindar espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura.

Están vinculados al tipo de carretera y terreno que se dispone, el MTOP proporciona la siguiente Tabla para la determinación del ancho del mismo.

Tabla XXXII. Valores de diseño para el ancho de espaldones (metros)

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (Metros)						
Clase de Carretera	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I o R-II > 8000 TPDA	3,0 *	3,0 *	2,5 *	3	3,0 *	2,0 *
I 3000 a 8000 TPDA	2,5 *	2,5 *	2,0 *	2,5 **	2,0 **	1,5 **
II 1000 a 3000 TPDA	2,5 *	2,5 *	1,5 *	2,5	2,0	1,5
III 300 a 1000 TPDA	2,0 **	1,5 **	1,0 *	1,5	1,0	0,5
IV 100 a 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
L = Terreno Llano O = Terreno Ondulado M = Terreno Montañoso						
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente. (ver nota 5/ del cuadro general de calificación)						

Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geométrico 1973 (2003).

Los espaldones deben tener una pendiente o gradiente transversal para el escurrimiento de las aguas lluvias, los valores se establecen en la Tabla III – 17.

Tabla XXXIII. Gradiente transversal para espaldones (porcentajes)

GRADIENTE TRANSVERSAL PARA ESPALDONES (PORCENTAJES)		
Clase de Carretera	Tipos de Superficie (m)	Gradiente Transversal %
R-I o R-II > 8000 TPDA	Carpeta de concreto asfáltico	4,00
I 3000 a 8000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o carpeta	4,00
II 1000 a 3000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o superficie estabilizada	4,00
III 300 a 1000 TPDA	Superficie estabilizada, grava	4,00
IV 100 a 300 TPDA	D.T.S.B. O capa granular	4,00

Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geométrico 1973 (2003).

El ancho de los espaldones a considerar para el proyecto será de 1.5 m, con gradiente transversal del 4%.

c. TALUDES INTERIORES

Los taludes en corte y en relleno influyen en la seguridad de la carretera y buena apariencia de la misma. Aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible. En terrenos ondulados y montañosos, en donde las condiciones de los suelos constituyen un factor determinante y el movimiento de tierra es el rubro mayor en la construcción, se recomienda dar especial consideración a los taludes en corte en las curvas

horizontales, a fin de proveer una adecuada distancia de visibilidad a un costo razonable.

d. CUNETAS

Las cunetas son canales construidos en las zonas de corte del terreno, con el fin de recolectar las aguas lluvias de la capa de rodadura para drenarlas rápidamente, se colocan en uno o ambos lados de la vía.

En vías con características topográficas de montaña se recomienda colocar la cuneta a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante y no de la subrasante, para esto es necesario revestir la cuneta para proteger el pavimento del camino.
Se detalla el respectivo diseño de cunetas en el capítulo V.

Las secciones transversales para el proyecto de diseño de la vía Sacachún – La Cienega han variado en diferentes tramos según las condiciones de drenaje de la carretera, ya que se necesitan obras de captación para el escurrimiento superficial en taludes de corte. Se detallan las secciones en los planos correspondientes.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE PAVIMENTO

4.1 Mecánica de Suelos

La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la física y las ciencias naturales a los problemas que involucran las cargas impuestas a la capa superficial de la corteza terrestre.

Todas las obras de ingeniería civil se apoyan sobre el suelo de una u otra forma, y muchas de ellas, además, utilizan la tierra como elemento de construcción para terraplenes, diques y rellenos en general.

4.2 Propiedades de los suelos

4.2.1 Análisis Granulométrico

Se denomina análisis granulométrico a la medición y gradación que se le da a las partículas que componen los suelos, con el propósito de determinar sus propiedades mecánicas, así como determinar las cantidades de cada clase de grano según la escala granulométrica.

Granulometría por tamizado

Es un procedimiento en el cual las partículas del suelo a estudiar son separadas por una gama de tamices normalizados. Se realiza el ensayo colocando los tamices en orden decreciente. La masa que es retenida entre 2 tamices representará un porcentaje del peso total de la muestra a ensayar.

Tabla XXXIV. Serie de tamices según el ASTM

INEN	ASTM
Abertura indicada	Designación
125 mm	5 pulg
106 mm	4,24 pulg
90 mm	3 ½ pulg
75 mm	3 pulg
63 mm	2 ½ pulg
53 mm	2,12 pulg
45 mm	1 ¾ pulg
37,5 mm	
31,5 mm	1 ¼ pulg
26,5 mm	1,06 pulg
22,4 mm	7/8 pulg
19,0 mm	¾ pulg
16,0 mm	5/8 pulg
13,2 mm	0,53 pulg
11,2 mm	7/16 pulg
9,5 mm	3/8 pulg
8,0 mm	5/16 pulg
6,7 mm	0,265 pulg
5,6 mm	No. 3 ½
4,75 mm	No. 4
4,00 mm	No. 5
3,35 mm	No. 6
2,80 mm	No. 7
2,36 mm	No. 8
2,00 mm	No. 10
1,70 mm	No. 12
1,40 mm	No. 14
1,18 mm	No. 16
1,00 mm	No. 18
850 µm	No. 20
710 µm	No. 25
600 µm	No. 30
500 µm	No. 35
425 µm	No. 40
355 µm	No. 45
300 µm	No. 50
250 µm	No. 60
212 µm	No. 70
180 µm	No. 80
150 µm	No. 100
125 µm	No. 120
106 µm	No. 140
90 µm	No. 170
75 µm	No. 200
63 µm	No. 230
53 µm	No. 270
45 µm	No. 325
38 µm	No.400

Fuente: Inen 154 – Tamices De Ensayo – Dimensiones Nominales De Las Aberturas – 1986-12

Una vez obtenidos todos los pesos retenidos se obtiene una tabla con los porcentajes pesos retenidos, porcentajes de pesos retenidos acumulados y finalmente con los porcentajes de peso pasantes acumulados; con el fin de obtener las cantidades de grava, arena y finos que se encuentren en la muestra.

Procedimiento

- Seleccionar la masa representativa del suelo a ensayar a temperaturas entre 110 °C ± 5 °C. En caso de ser partículas bastante finas aglomeradas en terrones de tierra, se recomienda realizar el lavado respectivo de la muestra reteniendo todo el material del tamiz No200 para una respectiva clasificación granulométrica posterior al secado.
- Seleccionar los tamices adecuados según la clase de suelo que se observe (grava, arena o finos). Se puede usar la cantidad de tamices deseados con el fin de obtener datos representativos de la muestra
- Ordenar los tamices de manera decreciente para posteriormente verter el material sobre los tamices, siendo agitados de manera manual o por medio de maquinaria especializada, por el tiempo adecuado (esto dependerá del tamaño de partículas observable).

Anotar los pesos retenidos por cada tamiz usado para realizar los cálculos correspondientes.

Cálculos

- Con los pesos retenidos de cada tamiz, se calcula el porcentaje retenido parcial, porcentaje retenido acumulado y porcentaje pasante acumulado.

Tabla XXXV. Cálculos para la determinación del porcentaje pasante acumulado

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASANTE ACUMULADO
1	a	a	A=(a/T)*100	A	=100-A
2	b	a+b	B=(b/T)*100	A+B	=100-(A+B)
…	…	…	…	…	…
n	m	a+b+…+m	M=(m/T)*100	A+B…M=100%	=100-(A+B+…+M)=0
Total	T		100%		

Fuente: Elaboración Propia

- De tal manera que se pueda obtener el porcentaje de grava, arena y material fino, teniendo en cuenta el tamaño del tipo de material. Considerando que el

porcentaje de grava corresponde a los tamices hasta el tamiz No4, el porcentaje de arena corresponde a los tamices entre el No4 y el No 200; y para suelos finos corresponde a partir del tamiz No 200.

Tabla XXXVI. Clasificación del suelo según el tamaño de las partículas

MATERIAL	CARACTE-RISTICA	TAMAÑO mm
Piedra	— — —	Mayor de 70 mm
Grava	Gruesa	30 a 70
	Media	5 a 30
	Fina	2 a 5
Arena	Gruesa	1 a 2
	Media	0.2 a 1
	Fina	0.1 a 0.2
Polvo	Grueso	0.05 a 0.1
	Fino	0.02 a 0.05
Limo	Grueso	0.006 a 0.02
	Fino	0.002 a 0.006
Arcilla	Gruesa	0.0006 a 0.002
	Fina	0.0002 a 0.0006
Ultra-Arcilla	— — —	0.00002 a 0.0002

Fuente: [1]

4.2.2 Estados de consistencia

La consistencia es la resistencia del suelo a ser deformado, controlado por las fuerzas físicas de adhesión y cohesión, las cuales dependen del contenido de humedad del material, por consiguiente se define que la consistencia se expresa en términos de seca, húmeda y mojada.

Esta cohesión y adhesión del suelo comprende:

- El comportamiento con respecto a la gravedad, presión y tensión.
- Tendencia de la masa del suelo de adhesión a cuerpos ajenos.

Los estados de consistencia de una masa de suelo plástico, en función del cambio de su contenido de humedad son: sólido, semisólido, plástico y líquido. Estos cambios se dan cuando la humedad en las masas de suelo varía.

El significado de los contenidos de agua que sirven de límite para cada estado físico, fue descrito por el científico de suelos sueco, Albert Atterberg en 1911. Estas fronteras definieron lo que se conoce hoy en día como **Límites de Atterberg.**

4.2.2.1 Limites de Atterberg

Son fronteras entre los estados sólido, semisólido, plástico y líquido del contenido de humedad, usados para definir el comportamiento de los suelos finos basados en que el suelo solo puede estar en un solo estado a la vez.

Se definen los límites de Atterberg como:

- **Límite liquido**
- **Límite plástico**
- Límite de retracción

Con los respectivos valores de límite líquido y límite plástico se puede tener una apreciación de la clase de suelo ensayada mediante la clasificación de suelos SUCS o AASHTO.

LÍMITE LÍQUIDO

Es uno de los límites de Atterberg, que presenta la humedad de la muestra entre su comportamiento líquido y plástico.

Equipo necesario:

- Dispositivo mecánico copa de Casagrande
- Acanalador
- Mortero
- Espátulas
- Recipientes
- Pipeta

Procedimiento

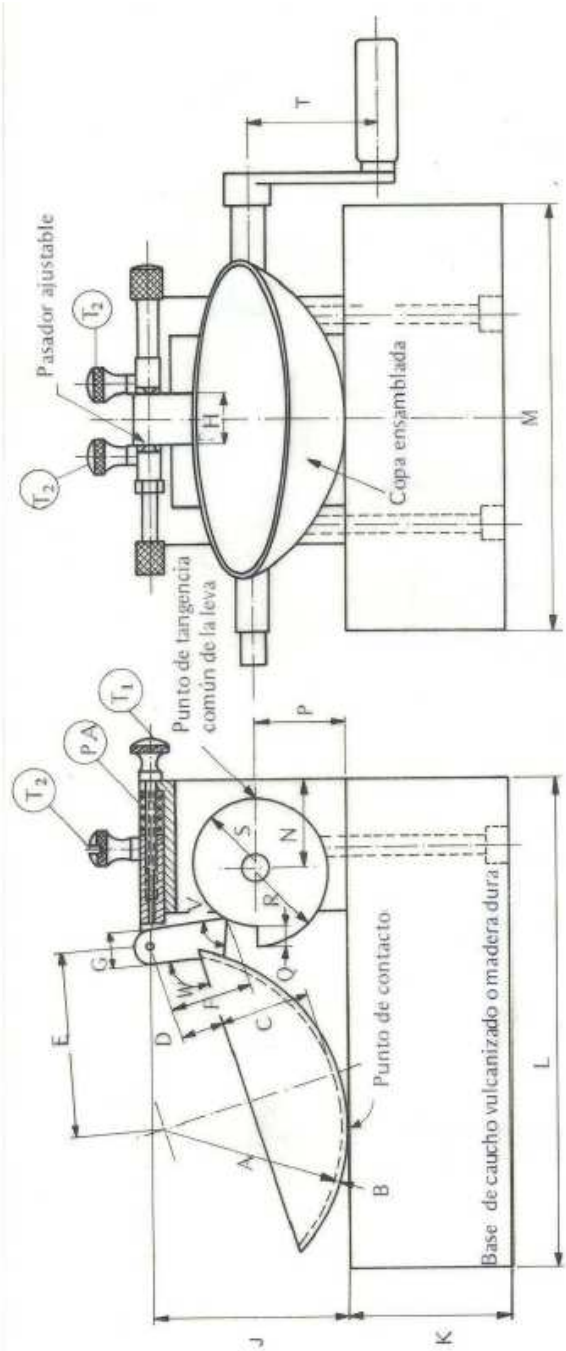
- Usando una muestra de aproximadamente 250 g que pasa por el tamiz No 40 (425 µm), se agrega agua y se mezcla hasta tener una masa pastosa homogénea.
- Colocar la masa en la copa de Casagrande sobre la parte que descansa la base, moldeando rápidamente con la espátula la masa procurando un espesor de 10mm, evitando burbujas de aire.
- Usando el acanalador formar una abertura cruzando por la mitad de la copa de Casagrande, procurando dejar visible una pequeña franja libre en el fondo de la abertura.

- Colocar la copa de Casagrande en el dispositivo mecánico y proceder a girar la palanca a una velocidad de 2 revoluciones por segundo, hasta que el fondo de la abertura se halla unido por lo menos 10 mm y anotar el número de golpes.
- Una vez unido el fondo por 1 cm se extrae con la espátula la sección unida, se pesa el suelo húmedo y se la seca durante 24 horas a 100 C en el horno para posteriormente tomar el peso seco.
- Se debe tomar en cuenta que debe registrar humedades para los rangos siguientes:

Rango de número de golpes.

0-10	10-20	20-25	30-40

Ilustración IV - 1. Dispositivo mecánico para el límite líquido



Letra	A	B	C	D	E	F	G	H	J
mm	54 ±0,5	2 ±0,5	27 ±0,5	125 ±0,5	56 ±0,5	25 ±0,5	10 ±0,5	16 ±0,5	60 ±0,5

Letra	K	L	M	N	P	Q*	R*	S*	T
mm	50 ±5	150 ±5	130 ±5	27 ±1	28 ±0,5	6,0	22 ±0,5	19 ±0,5	40 ±5

Letra	V	W
Grados	75 ±5	100 ±3

* La leva está fabricada de dos secciones semicirculares con un punto de tangencia común.
Las dimensiones esenciales tienen tolerancia.

Fuente: Inen – Mecanica De Suelos – Determinacion Limite Liquido – Metodo Casa Grande- 1982

Cálculos

Se obtiene la humedad de cada punto representada por porcentaje mediante la Ecuación IV-1:

$$\boldsymbol{W = \left(\frac{Wagua}{Wsuelo}\right) * 100}$$

Ecuación IV - 1

Dónde:

W agua= Peso del agua de la muestra

W seco= Peso seco del suelo

Se representan los datos en un gráfico semi logarítmico donde el eje Y ocupa la humedad y el eje X los números de golpes para luego trazar una recta que se acople a los puntos aproximadamente

Finalmente se debe interpolar la curva proyectada a la humedad proyectada por 25 golpes, que viene a ser el Límite líquido de la muestra.

LÍMITE PLÁSTICO

Es uno de los límites de Atterberg, que presenta la humedad de la muestra entre su comportamiento plástico y sólido, obtenido por procedimiento de rolado para evaporar gradualmente el agua hasta que el material se comience a fisurarse.

Equipos

- Mortero
- Espátula
- Placa de rolado
- Varilla de calibración
- Recipiente con agua

Procedimiento

- Este ensayo se realiza conjuntamente con el ensayo de determinación de límite líquido.

- Se toma una muestra alrededor de 100 g del material que pase por el tamiz No40 (425 µm), cuyos números de golpes del ensayo de límite líquido sean entre 20 y 25.
- Se toma una porción aproximada de 10g de la muestra tomada para ser moldeada por los dedos en forma esférica, posteriormente se amasa la esfera con la palma de la mano en la placa de rolado hasta que alcance a formarse una tira de 3mm de diámetro.
- Si al formase la tira de 3mm de diámetro se logran apreciar grietas o fisuras, a dicha tira se toma el contenido de humedad para obtener el limite plástico, de lo contrario se vuelve a formar una esfera con los dedos para repetir el proceso hasta que se formen las grietas.
- Se deben tomar al menos 3 muestras efectivas para determinar el límite plástico.

Ilustración 4.2. Rolado de rollos

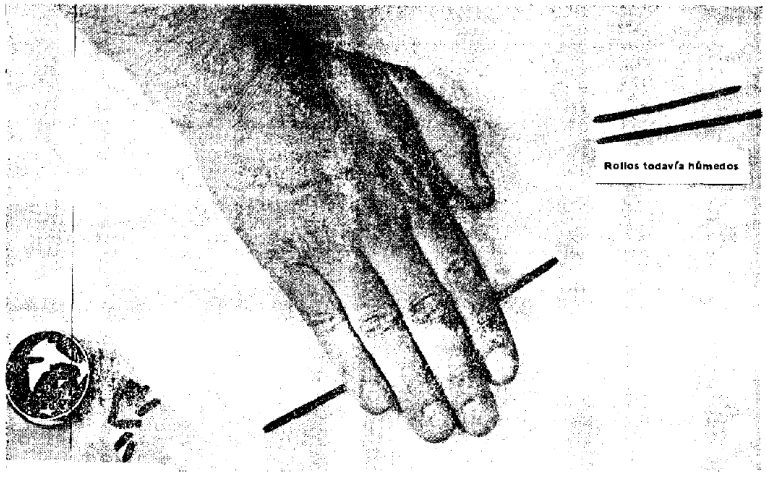


FIGURA 1. Rolado de los rollos.

Fuente: Norma Tecnica Ecuatoriana – Mecanica De Suelos – Determinacion Del Limite Plastico – Inen 1982.

Cálculos

Una vez obtenidos los contenidos de humedad con la Ecuación IV -2, se procede a promediar los valores para determinar el límite plástico.

Además, una vez obtenidos el límite líquido y el límite plástico se puede obtener el índice de plasticidad de la siguiente manera:

$$Ip = Wl - Wp$$

Ecuación IV - 2

Dónde:

Wl= Límite líquido

Wp= Límite plástico

4.2.3 Compacidad del suelo

4.2.3.1 Ensayo Proctor

El objetivo del ensayo es determinar el peso volumétrico seco máximo que puede alcanzar una clase de material, y así mismo su humedad óptima a base de la compactación del mismo.

Para definir la clase de método a usar se recomienda previamente tomar en cuenta la siguiente Tabla:

Tabla XXXVII. Tipos de método para el ensayo próctor

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
A	Un molde de 101.6 mm (4 pulg); material que pasa la malla N° 4 (4.75 mm).
B	Un molde de 152.4 mm (6 pulg); material que pasa la malla N° 4 (4.75 mm).
C	Un molde de 152.4 mm (6 pulg); material que pasa la malla de 3/4 pulg (19.0 mm).
D	Un molde de 152.4 mm (6 pulg); material que pasa la malla de 3/4 pulg (19.0 mm), corregido por reemplazo del material retenido en la malla de 3/4 pulg.

Fuente: [2]

Equipo

Para la prueba próctor modificado clase D se tiene el siguiente equipo:

- Molde de compactación. Constituido por un cilindro metálico de 6'' de diámetro interior por 4.5'' de altura y una extensión de 2.5'' de altura con un diámetro interior de 6''.
- Pistón metálico con guía de 18'' de caída y de 10 lb de peso.
- Regla metálica con arista cortante de 25cm de largo.
- Balanza con capacidad de 30 kg y precisión de 0.01kg.
- Balanza con capacidad de 1000 gr y precisión de 0.01gr.

- Horno.
- Charolas metálicas.
- Probetas de 1000 cm3.
- Taras para humedad.

Procedimiento

- Una vez obtenida la muestra de mínimo 25kg tamizada según la Tabla XXXVII se separan 5 muestras en charolas metálicas de 5.0kg cada una.
- En una bandeja grande colocar un porcentaje menor al 10% del peso de la muestra en agua a la muestra de 5.0 kg y revolver hasta que quede una masa de consistencia homogénea.
- Se pesa el molde cilíndrico de mayor altura y se toma como dato.
- Se arma el molde completo y se engrasa levemente las uniones y la superficie interior del molde para evitar que se adhiera.
- Se compacta la muestra humectada con el martillo de 10 lb en 5 capas teniendo en cuenta que por capa se deben realizar 56 golpes.
- Una vez terminada la compactación se retira el anillo superior y se enraza a nivel del molde cilíndrico para ser pesado y tomar lectura del peso del suelo compactado más el molde.

- Se debe extraer al menos 100gr de la sección central de la masa compactada para obtener la humedad, tomando el peso de la muestra húmeda y seca después de ser calentada en el horno a 100 C.
- Se debe repetir el procedimiento aumentando la cantidad de agua variando del 3% al 6% de peso en agua para así obtener los 5 puntos de la curva y obtener su densidad seca máxima y humedad óptima.

Cálculos

Humedad

$$\boldsymbol{w}\% = \frac{\boldsymbol{peso\ del\ suelo\ humedo}}{\boldsymbol{peso\ del\ suelo\ seco}} * \mathbf{100}(\%)$$

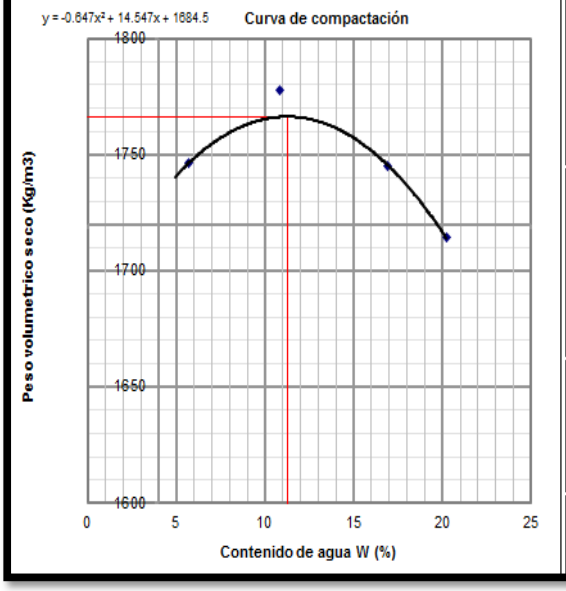
Ecuación IV - 3

Tabla XXXVIII. Resultados próctor - CALICATA 1

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2.726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0.0021313	m3
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martillo	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55,808	lb-ft / ft3

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
№	№	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m³
1	180	225.4	216.9	68.3	8.5	148.6	5.69	6.660	3.934	0.9461	3.722	1746
2	29	202.1	189.3	71.1	12.8	118.2	10.86	6.926	4.200	0.9021	3.789	1778
3	10	215.1	190.8	70.5	24.3	120.3	20.20	7.118	4.392	0.8320	3.654	1714
4	201	194.9	176.9	70.2	18.1	106.7	16.94	7.076	4.350	0.8551	3.720	1745
5												
6												
7												

Pagina 1



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima	
1766	Kg/m³
95% Densidad Seca Máxima	
1678	Kg/m³
Humedad Optima	
11.24	%

Observaciones :

Normas de Referencia:

ASTM D 1557-91

AASHTO T 180-93

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 Resistencia del suelo

4.2.4.1 Ensayo CBR

Objetivo

El índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte (CBR) se usa para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de sub rasante y capas de estructuras de pavimentos como la base y sub-base.

Equipo

- Prensa manual o mecánica que alberga un pistón para penetración conectado a un anillo metálico normado cuya deformación es tomada por un lector cuya mínima lectura es de 0.001''.
- La velocidad de desplazamiento de penetración debe ser uniforme de 1.27mm por minuto (0.05''), además de que la capacidad de la prensa debe ser de 44.5kN con precisión de 44N o menos.
- Molde metálico cilíndrico de 6'' de diámetro interior y de 7'' de altura, con anillo de metal superior de 2'' de altura y placa base perforada de 3/8'' de espesor. Las perforaciones de la base deben ser no más de 1.6mm además

de estar uniformemente espaciadas e la circunferencia interior del molde metálico.

- Disco espaciador metálico de forma circular, de 150.8 mm de diámetro y de 61.37 mm de espesor, usado como falso fondo para la correcta compactación de la muestra.
- Pisón metálico de caída de 18'' y peso de 10 lb.

Aparato medidor de expansión formado por:

- Placa metálica perforada por molde de 5 7/8'' de diámetro cuyas perforaciones no excedan 1/16'' y estén uniformemente repartidas. Además de tener un vástago central con tornillos para la regulación de altura.
- Trípode que pueda colocarse en los bordes del molde que tenga montado y sujeto en el centro un dial (deformímetro) cuyo vástago coincida con el de la placa de forma que se pueda tomar las lecturas de expansión y cuya precisión sea de 0.001''.
- Pesas anulares metálicas que tengan un total de 4.54 kg cada una y pesas ranuradas de metal con masas de 2.27 kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8'' a 5 15/16'' de diámetro; además de tener un agujero central de 2 1/8'' de diámetro.

- Diales con recorrido mínimo de 25mm (1'') y divisiones de lecturas de 0.025mm (0.001''), con el propósito de poder acoplarse a la prensa para medir la penetración.
- Poza para sumergir los moldes en agua
- Horno con capacidad de 110 C
- Balanzas de capacidad de 20kg y de 1000g con sensibilidad de 1g y de 0.1g
- Tamices de 4.76mm, 19.05 mm y de 50.80 mm. (No 4, ¾'', 2'')
- Probetas
- Capsulas
- Discos de papel filtro
- Espátulas

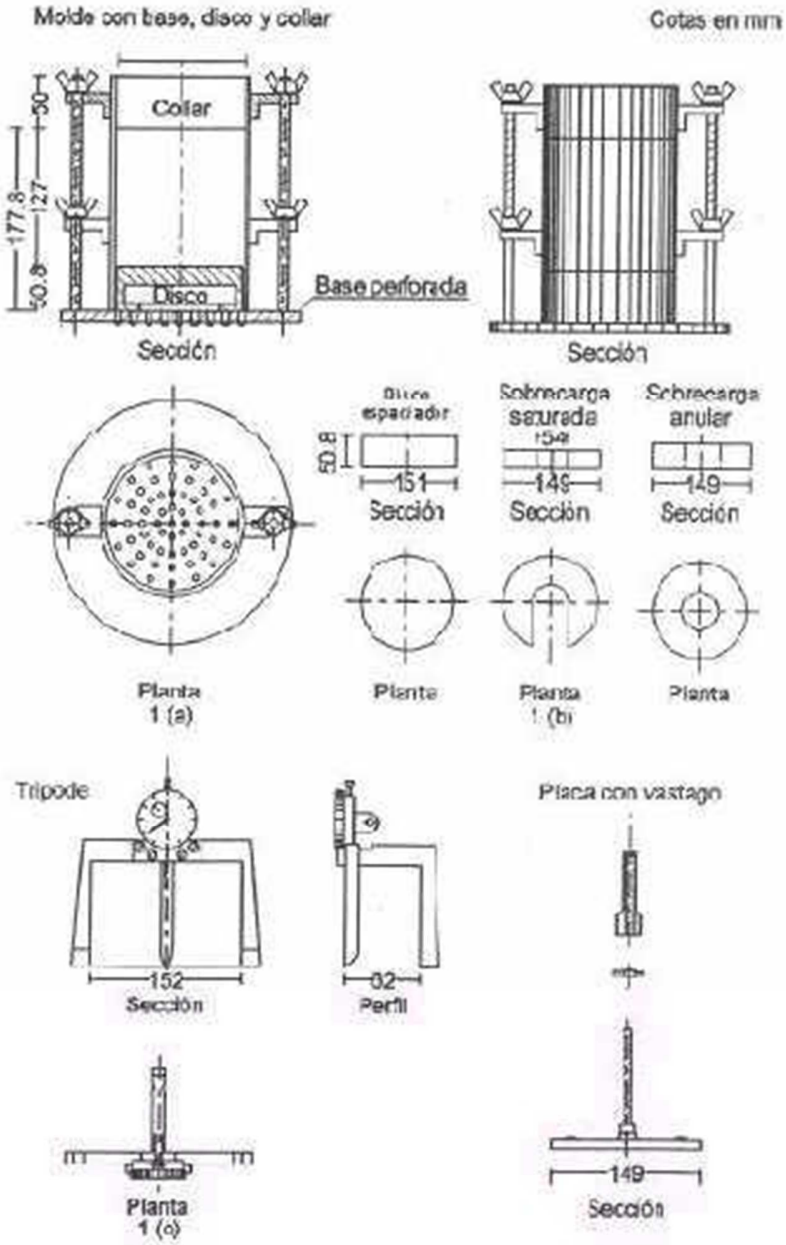
Ilustración 4.3. Material empleado para el ensayo de CBR

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 4.4. Aparato medidor de expansión

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 4.5. Detalle de armado del molde empleado para el ensayo de CBR



Fuente: Astm D-1883, Aashto T-193, J. E. Bowles (Experimento Nº 19), Mtc E 132-2000.

Procedimiento

a. Preparación de la Muestra

Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19.1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19.1 mm (3/4") sea superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19.1 mm (3/4") y de 4.75 mm (No. 4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.

Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Próctor Estándar, la del Próctor Modificado y una Energía Inferior al Próctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte

con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se determina la humedad natural del suelo mediante secado por horno.

Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

b. Elaboración de especímenes.

Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Próctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas.

Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100g y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.

Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

c. Inmersión

Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg (5,5 lb) correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (10 lb).

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturen de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del periodo de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración

d. Penetración

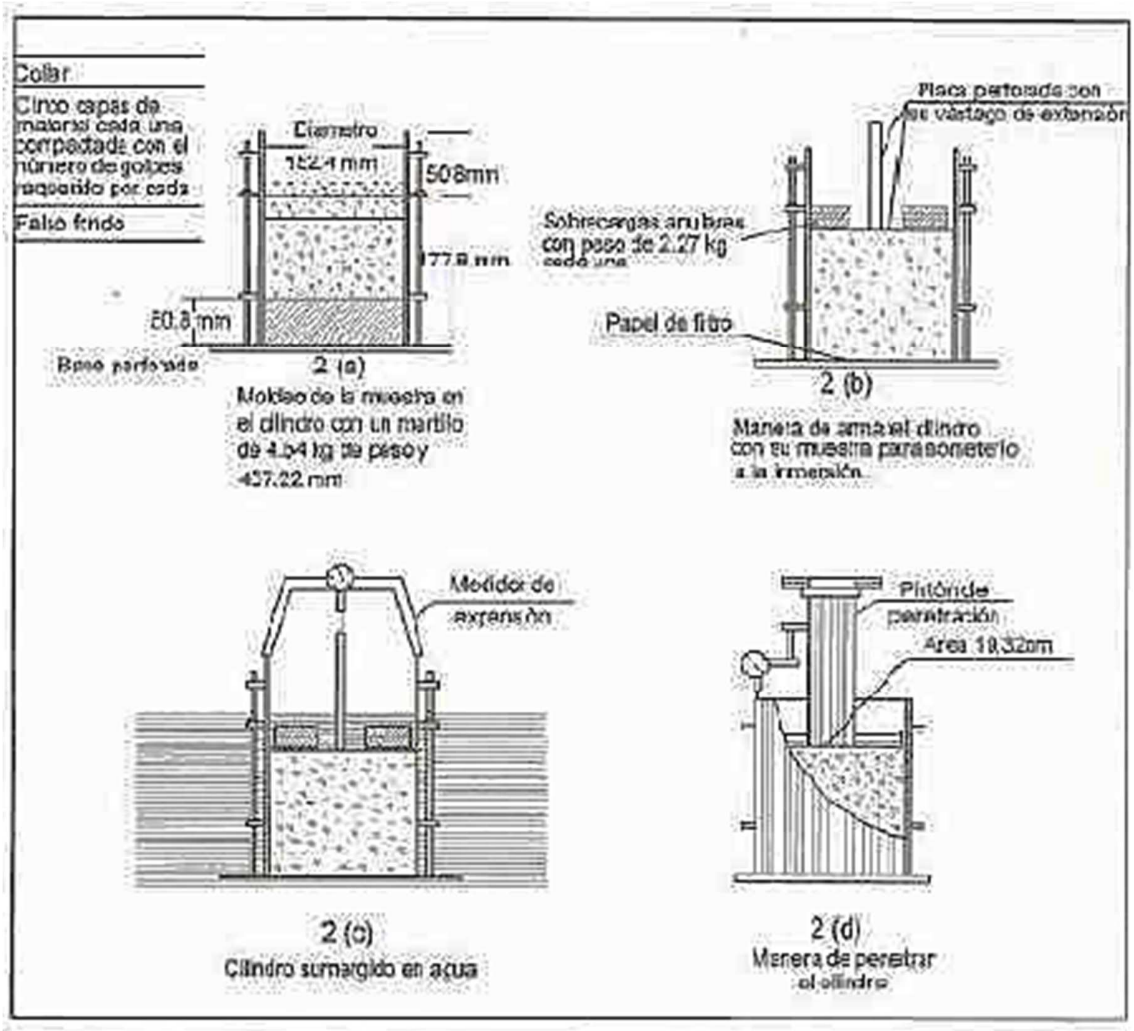
Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con ± 2.27 kg de aproximación) pero no menor de 4.54 kg (10 lb). Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las

pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra.

Llévese el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añade el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente.

Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (Ilustración 4.6). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

Ilustración 4.6. Procedimiento para el ensayo de CBR



Fuente: Astm D-1883, Aashto T-193, J. E. Bowles (Experimento Nº 19), Mtc E 132-2000.

Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1.27 mm (0.05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar

a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:

Tabla XXXIX. Lecturas del deformimetro de penetración

PENETRACIÓN	
Milímetros	**Pulgadas**
0.63	0.025
1.27	0.050
1.90	0.075
2.54	0.100
3.17	0.125
3.81	0.150
5.08	0.200
7.62	0.300
10.16	0.400
12.70	0.500

Fuente: Astm D-1883, Aashto T-193, J. E. Bowles (Experimento Nº 19), Mtc E 132-2000

Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables. Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

CÁLCULOS

Humedad de compactación. El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\%\ \mathbf{de\ agua\ a\ a\tilde{n}adir} = \frac{(\mathbf{H} - \mathbf{h}) * \mathbf{100}}{\mathbf{100} + \mathbf{h}}$$

Ecuación IV - 4

Dónde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural

Densidad o peso unitario

La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.

Agua absorbida

El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.

Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.

Presión de penetración

Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva (Tabla XL).

Expansión

La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión, numeral 3.2. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

Es decir:

$$\%\ \boldsymbol{Expansión} = \frac{\boldsymbol{L_2 - L_1}}{\boldsymbol{127}} * \boldsymbol{100}$$

Ecuación IV - 5

Siendo:

L1 = Lectura inicial en mm.

L2 = Lectura final en mm.

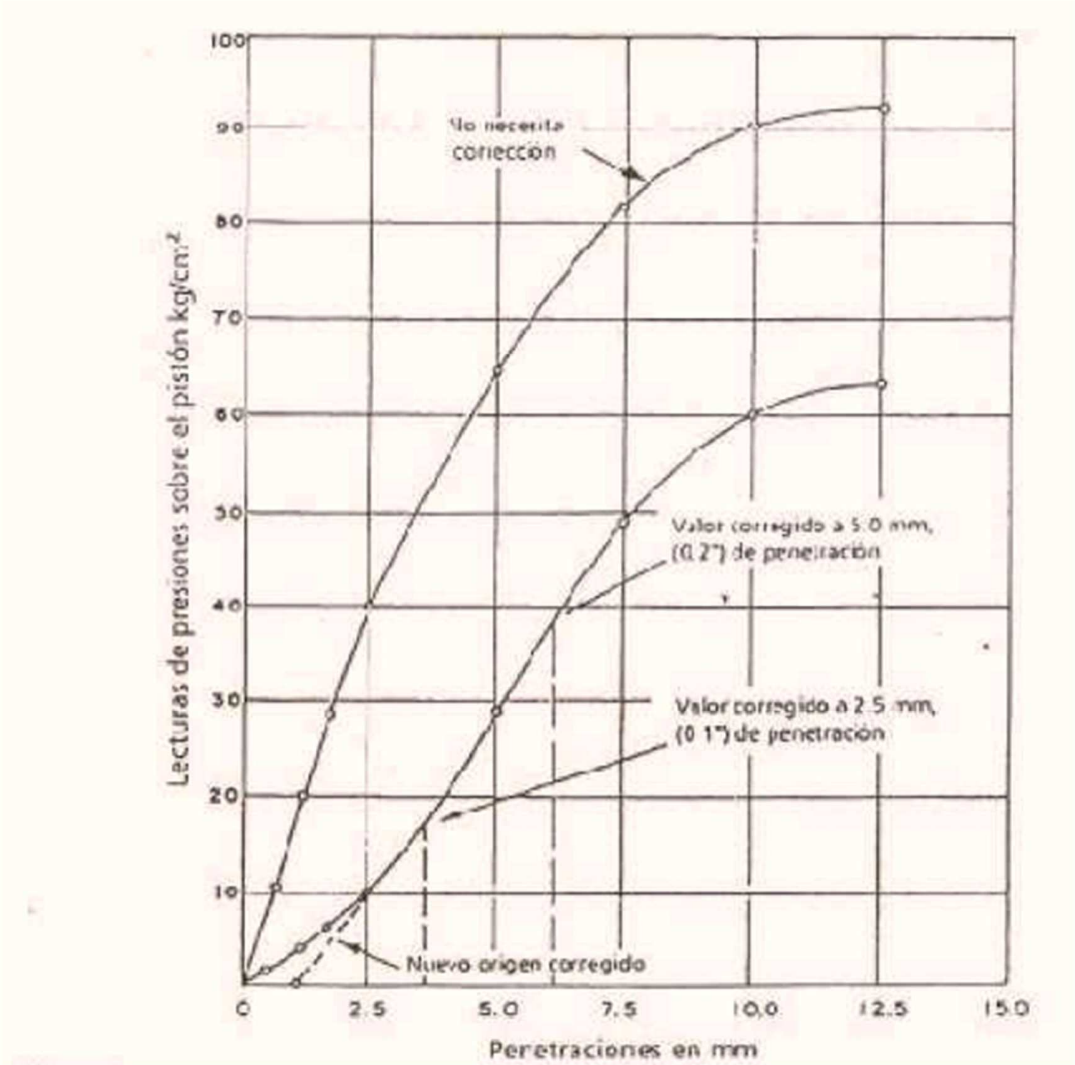
Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión

correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:

Tabla XL. Presión ejercida por el pistón en relación con la presión correspondiente a la misma penetración

PENETRACIÓN		***PRESIÓN***		
Mm	**Pulgadas**	**MN/m2**	**kgf/cm2**	**lb/plg2**
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

Fuente: Astm D-1883, Aashto T-193, J. E. Bowles (Experimento Nº 19), Mtc E 132-2000



Fuente: Astm D-1883, Aashto T-193, J. E. Bowles (Experimento Nº 19), Mtc E 132-2000.

Para calcular el índice CBR se procede como sigue:

Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no

presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.

De la curva corregida tómense los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúlense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (10001b/plg2) y 10,3 MPa (1500 lb/plg 2) respectivamente, y multiplíquese por 100.

La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.

4.3 Clasificación de suelos

El suelo puede clasificarse de manera muy general como cohesivo y no cohesivo, pero existen otras propiedades físicas por las cuales se pueden diferenciar. Debido a esto se crearon métodos de clasificación adicionales a la cohesión, como por ejemplo el sistema AASHTO y el sistema unificado de clasificación de los suelos (USCS).

4.3.1 Clasificación general de Casagrande

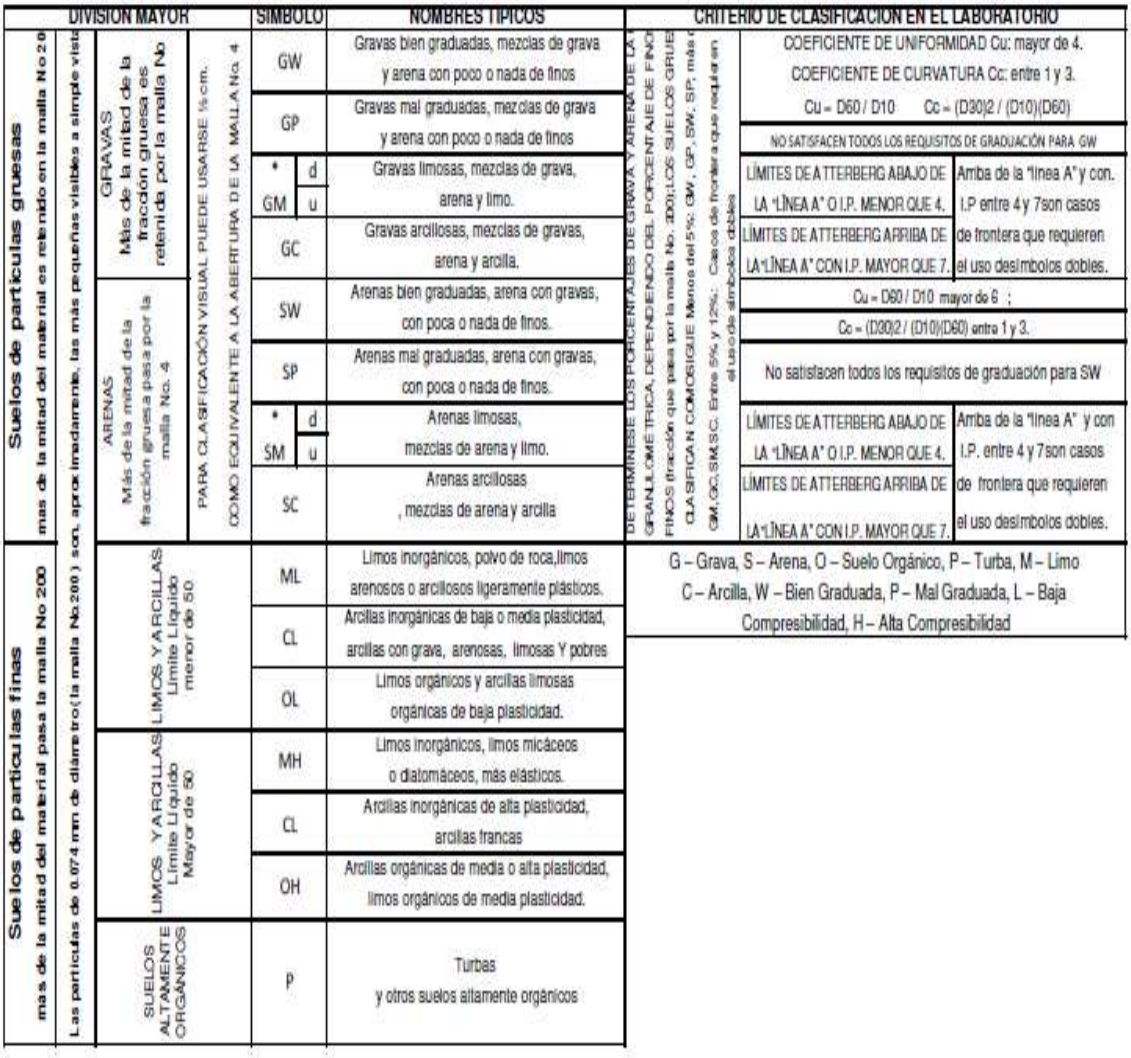
Este método fue propuesto por Arthur Casagrande, con el fin de clasificar los suelos para obras como carreteras y aeropuertos, pero posteriormente fue modificado por ingenieros estadounidenses. Actualmente es usado en la mayoría del mundo y para toda clase de obra civil.

Según este sistema se clasifica a los suelos en 3 grupos principales:

- Grano grueso
- Grano fino
- Altamente orgánico

Donde se usan las siguientes tablas para su clasificación

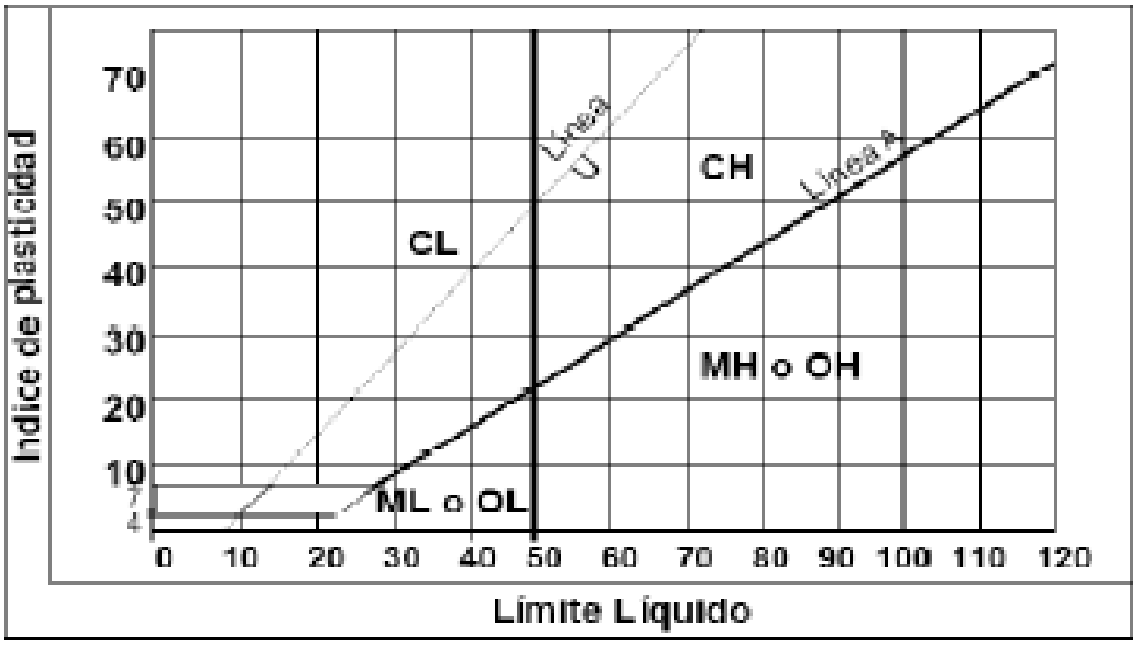
Tabla XLI. Clasificación de los suelos USCS



DIVISION MAYOR			SIMBOLO	NOMBRES TIPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO	
Suelos de particulas gruesas mas de la mitad del material es retenido en la malla No 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No	PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ½ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200):LOS SUELOS GRUESOS CLASIFICAN COMOSIGUE Menos del 5%: GW, GP, SW, SP; más del 12%: GM, GC, SM,SC. Entre 5% y 12%: Casos de frontera que requieren el uso de simbolos dobles	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3. Cu = D60 / D10 Cc = (D30)2 / (D10)(D60)
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW
			* GM d u	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.		LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. / LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. — Arriba de la "linea A" y con. I.P entre 4 y 7son casos de frontera que requieren el uso desimbolos dobles.
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla.		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4		SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.		Cu = D60 / D10 mayor de 6 ;
			SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.		Cc = (D30)2 / (D10)(D60) entre 1 y 3.
						No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW
			* SM d u	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. / LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. — Arriba de la "linea A" y con I.P. entre 4 y 7son casos de frontera que requieren el uso desimbolos dobles.
			SC	Arenas arcillosas , mezclas de arena y arcilla		
Suelos de particulas finas mas de la mitad del material pasa la malla No 200 / Las particulas de 0.074 mm de diámetro (la malla No 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50		ML	Limos inorgánicos, polvo de roca,limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad	
			CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arenosas, limosas Y pobres		
			OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50		MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.		
			CL	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas		
			OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.		
	SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos		

Fuente: Bowles. Joseph E. Manual De Laboratorio De Suelos En Ingeniería Civil. Editorial. Mcgraw-Hill. Ii Edición. 1981, Pag 84.

Ilustración IV - 7. Clasificación USCS por medio de los Límites de Atterberg (Carta de Plasticidad)



Linea A = 0,73 (LL - 20)
Linea U = 0,90 (LL - 8)

Fuente: [3]

4.3.2 Clasificación de la AASHTO

Esta clasificación fue basada en el modelo de Casagrande por los geotécnicos Terzaghi y Hogentogler. Consta de 7 grandes grupos básicos desde A-1 hasta A-7 incluyendo subdivisiones para cada grupo.

Se usa la siguiente tabla para su clasificación:

Tabla XLII. Clasificación de suelos según la AASHTO

DIVISIÓN GENERAL	Materiales Granulares (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)							Materiales Limo-arcillosos (más del 35% por el tamiz ASTM #200)				
GRUPO	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Subgrupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% que pasa por cada tamiz)												
Serie ASTM #10	≤ 50											
Serie ASTM #40	≤ 30	≤ 50	≥ 51									
Serie ASTM #200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)												
Límite líquido			NP	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	>41 (IP<LL-30)	>41 (IP>LL-30)
Índice de plasticidad	≤ 6			≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11
ÍNDICE DE GRUPO	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 20	≤ 20	
TIPOLOGÍA	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
CALIDAD	EXCELENTE A BUENA					ACEPTABLE A MALA						

Fuente: Bowles. Joseph E. Manual De Laboratorio De Suelos En Ingeniería Civil. Editorial. Mcgraw-Hill. Ii Edición. 1981, Pag 84.

4.4 Resumen estudios de suelos

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES

Tabla XLIII. Resumen granulometría y límites proyecto Sacachún – La Ciénega

RESUMEN GRANULOMETRÍA Y LÍMITES										
CALICATA	GRANULOMETRÍA			LÍMITES DE ATTERBERG				CLASIFICACIÓN		
	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	Descripción
1	0.00	19.89	80.11	19.48	39.97	24.45	15.51	CL	A-6(11)	Arcilla de baja plasticidad con arena
2	0.63	45.04	54.31	8.93	32.70	19.55	13.14	CL	A-6(4)	Arcilla de baja plasticidad arenosa
3	0.55	9.64	89.79	13.43	63.72	21.30	42.44	CH	A-7-6(20)	Arcilla de alta plasticidad
4	0.00	42.03	57.96	21.52	36.65	26.20	10.45	ML	A-6(4)	Limo de baja plasticidad arenoso
5	0.38	34.39	65.21	29.17	53.60	23.76	29.83	CH	A-7-6(17)	Arcilla de alta plasticidad arenosa
6	0.00	8.97	91.03	13.28	46.55	18.54	28.00	CL	A-7-6(20)	Arcilla de baja plasticidad
7	0.00	22.68	77.32	16.81	46.61	25.49	21.12	CL	A-7-6(15)	Arcilla de baja plasticidad con arena
8	0.00	14.92	85.08	21.10	45.38	15.97	29.40	CL	A-7-6(20)	Arcilla de baja plasticidad
9	0.00	13.57	86.42	21.22	44.54	23.25	21.28	CL	A-7-6(19)	Arcilla de baja plasticidad

Fuente: Elaboración Propia

PROCTOR Y C.B.R.

Tabla XLIV. Resumen ensayos Próctor-CBR proyecto Sacachún –La Ciénega

RESUMEN PROCTOR-CBR						
Resultados	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**U**
Densidad seca Máxima	1766.27	1652.82	1795.24	1717.25	1768.20	Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	1677.95	1570.18	1705.48	1631.39	1679.79	Kg/m3
Humedad óptima	11.24	18.45	11.18	11.56	15.72	%
CBR al 100% para 0,10"	6.40	2.95	3.20	3.40	5.80	%
CBR al 95% para 0,10"	3.70	1.95	2.30	2.60	2.50	%
Expansión	3.27	6.42	4.39	5.13	3.75	%

RESUMEN PROCTOR-CBR					
Resultados	**6**	**7**	**8**	**9**	**U**
Densidad seca Máxima	1890.76	1968.77	1756.33	1756.29	Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	1796.22	1870.33	1668.52	1668.48	Kg/m3
Humedad óptima	8.45	9.92	12.90	12.11	%
CBR al 100% para 0,10"	9.00	6.70	4.35	4.90	%
CBR al 95% para 0,10"	5.70	5.20	3.60	2.90	%
Expansión	5.61	3.16	2.40	2.92	%

Fuente: Elaboración Propia

4.5 Pavimento Flexible

La vía SACACHUN-LA CIENEGA se desarrolla en zonas donde la demanda vehicular es baja, se tiene en cuenta el diseño de una clase de pavimento: Flexible (DTS)

El pavimento seleccionado brindara la mejor solución estructural al menor costo inicial y de mantenimiento procurando cubrir los criterios de serviciabilidad requeridos en esta clase de obra.

4.6 Dimensionamiento de pavimento DTS

Para dimensionar la sección de pavimento de la vía, se ha usado el método de diseño AASHTO1993 para pavimentos flexibles. El diseño de pavimentos de las vías del proyecto tiene como propósito fundamental evitar que los esfuerzos y deformaciones que provoca el tránsito vehicular sobre la sub-rasante, sean mayores a los que la sub-rasante puede soportar.

Para ello es necesario evitar la saturación de las capas de base, sub-base, sub-rasante y otros materiales que conforman la estructura del pavimento, o

incrementos de humedades que sin llegar a la saturación, pueden ser perjudiciales para el comportamiento del mismo.

4.6.1 Variables de diseño

Para el diseño de pavimentos flexibles y rígidos con el método AASHTO 1993 es necesario analizar los siguientes parámetros de entrada:

- Periodo de diseño.
- Serviciabilidad.
- Confiabilidad y desviación estándar
- Propiedades de los materiales (mejoramiento, sub base y base).
- Espesor.
- Numero Estructural
- Drenaje.

4.6.1.1 Periodo de diseño

En base a las necesidades de mantenimiento de la sección de pavimento se debe determinar el periodo de diseño, pues de acuerdo a las necesidades se ajusta el tiempo de vida útil del mismo. Teniendo en claro que es distinto al mantenimiento

rutinario que se le da a la obra para garantizar las condiciones de drenaje y operación consideradas en el diseño, prevalezcan a lo largo de la vida útil del proyecto.

La estructura de pavimento flexible requieren de mantenimiento entre los 5 y 10 años, pero su vida útil debe alcanzar 20 años para ser rentable. Debido a esto el periodo de diseño es de 10 años teniendo en cuenta que la vida útil del proyecto deberá alcanzar 20 años.

4.6.1.2 Serviciabilidad

El índice de serviciabilidad es un concepto que se refiere al nivel de confort que ofrecerá la superficie del pavimento una vez que se construya. El uso normal de la vía hace que este índice disminuya con el paso del tiempo.

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente.

La serviciabilidad es una medida subjetiva de la calificación del pavimento, sin embargo la tendencia es poder definirla con parámetros medibles.

Tabla XLV. Índice de serviciabilidad

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Fuente: Aashto, A Policy On Geometric Design Of Highways And Streets, 1993.

En el diseño intervienen dos índices de serviciabilidad, el inicial y el final. El índice de serviciabilidad inicial (Po), es la condición que tiene un pavimento inmediatamente después de la construcción del mismo, para su elección es necesario considerar los métodos de construcción, ya que de esto depende la calidad del pavimento.

El índice de serviciabilidad final (Pt) tiene que ver con la calificación que esperamos tenga el pavimento al final de su vida útil, o bien, el valor más bajo que pueda ser

admitido, antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación, un refuerzo o la reconstrucción del pavimento. La diferencia entre ambos índices es: ΔPSI= Po – Pt, que se define como pérdida de serviciabilidad.

En los términos de referencia se establece que el índice de serviciabilidad inicial (Po) será 4.2 y el final (Pt) será 2.

4.6.1.3 Confiabilidad y Desviación Standard

Los factores estadísticos que influyen en el comportamiento de los pavimentos son la confiabilidad y la desviación estándar.

El factor de confiabilidad se refiere a la probabilidad de que el pavimento desarrolle su función durante el periodo para el cual fue diseñado, los valores relacionados se encuentran en la Tabla XLVI.

Tabla XLVI. Áreas de distribución normal de niveles de confianza

Areas en Distribución Normal Niveles de Confianza	
Confianza (%)	Z_R
90	-1.281
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.475
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASHTO, A Policy On Geometric Design Of Highways And Streets, 1993.

La desviación estándar total So que recomienda la AASHTO tanto para pavimentos flexibles como para pavimentos rígidos se puede observar en la Tabla XLVIII.

Tabla XLVII. Valores recomendados de desviación estándar total So

CASO DE ANÁLISIS	DESVIACIÓN ESTÁNDAR TOTAL	
	PAVIMENTOS FLEXIBLE	**PAVIMENTO RÍGIDO**
Rango	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Considerando la varianza del tránsito futuro	0.49	0.39
Sin considerar la varianza del tránsito futuro	0.44	0.34

Fuente: Guía De Diseño AASHTO 1993

Se utilizarán los valores recomendados para pavimentos considerando la varianza del tránsito futuro, es decir 0.45 para pavimentos flexibles.

4.6.1.4 Drenaje

UBICACIÓN DE LAS CALICATAS

En la Tabla XLVIII, se muestran las ubicaciones de las calicatas de manera esquemática y las estratigrafías de las mismas se encuentran en el Apéndice.

Se puede observar que los suelos de la vía son principalmente arcillas de baja plasticidad con valores de expansión altos que oscilan entre el 2 al 7 %, siendo la zona con mayor potencial de expansión comprendida entre las abscisas 1+000 hasta 5+000. Además de tener en cuenta la presencia de limos por la abscisa 4+000 cuyo caso presenta uno de los mayores porcentajes de expansión.

A continuación, se presenta una tabla con las ubicaciones de las calicatas realizadas:

Tabla XLVIII.Ubicación de calicatas

CALICATA	***Abscisa***	***Norte***	***Este***
CA-1	0+100.00	562382.36	9748077.78
CA-2	1+100.00	562299.23	9747214.50
CA-3	2+100.00	563151.33	9746739.13
CA-4	3+100.00	564107.18	9746761.33
CA-5	4+100.00	564992.42	9747120.30
CA-6	5+100.00	565974.46	9747156.67
CA-7	6+100.00	566907.20	9746882.47
CA-8	7+100.00	567794.33	9747118.75
CA-9	8+100.00	568283.79	9746679.67

Fuente: Elaboración Propia

ENSAYOS DE LABORATORIO

Para clasificar los suelos de la vía se utilizó la clasificación unificada de suelos SUCS y la clasificación AASHTO realizando para cada muestra tomada en las calicatas ensayos de granulometría, humedad y límites de Atterberg según normas ASTM D-424, ASTM D-1140, ASTM D-421 y ASTM D-4318.

Los resultados de los ensayos constan en las hojas estratigráficas de la sección de Apéndices y en los reportes de laboratorio incluidos en el mismo. La Tabla XLIX resume dichos resultados.

Tabla XLIX. Zonificación según resultados de CBR

Calicata	*CBR (%)*	*Zona*
1	6.40	1
2	2.95	2
3	3.20	2
4	3.40	2
5	5.80	3
6	9.00	3
7	6.70	3
8	4.35	3
9	4.90	3

Fuente: Elaboración Propia

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

De acuerdo con las estratigrafías obtenidas de las muestras de las calicatas realizadas, de manera general, la caracterización geotécnica es la siguiente:

- **Consideraciones de drenaje para pavimentos flexibles.**

El método AASHTO 1993 afecta los coeficientes estructurales de las capas conformantes del pavimento según un coeficiente de drenaje que depende de la calidad que presente el material para drenar, es decir, que mientras más permeable sea el material, mayor será el coeficiente de drenaje de la capa. Una vez que se determina el coeficiente de drenaje, se calculan los espesores de capa. El coeficiente de drenaje depende directamente del coeficiente de permeabilidad asignado en el programa a cada capa.

Para seleccionar el coeficiente de calidad de drenaje se utiliza la Tabla L, elaborada por la AASHTO.

Tabla L. Valores de coeficiente de capa según la calidad drenante del material

Calidad de Drenaje		% del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
Calidad	Tiempo de Remoción	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.25	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	No drena	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Guía De Diseño AASHTO 1993

Como se puede observar, el coeficiente de capa depende también del tiempo en que los materiales están sometidos a humedades próximas a la saturación.

Para el cálculo se ha asumido un coeficiente de drenaje de 1.00 debido a las condiciones del terreno.

4.6.1.5 Propiedades de los materiales

TERRENO DE FUNDACIÓN (SUB-RASANTE)

Existen ocasiones en que debe mejorarse el material de la subrasante, sustituyendo (y desalojando) cierto espesor del terreno natural por un material de mejor calidad. Este cambio de material se conoce como: “Mejoramiento de la Sub-rasante”.

Los mejoramientos se hacen con “suelo seleccionado”, “estabilización con cal”, “estabilización con material pétreo”, “membranas sintéticas”, “empalizadas”, o mezcla de materiales previamente seleccionados.

El suelo seleccionado deberá ser material granular, rocoso o combinación de ambos. Tendrá una granulometría como la siguiente:

Tabla LI. Granulometría de sub-rasante

TAMIZ	***% PASANTE***
4”	100
200	20

Fuente: Guía De Diseño AASHTO 1993

La fracción pasante del tamiz No. 40 tendrá un IP< 9% y Límite Líquido<35% y un CBR>20%. La compactación no puede ser inferior al 95% de la prueba AASHTO T-180, método D.

Dado que los suelos encontrados en el terreno donde la vía va a ser construida no cumple con los parámetros mínimos de sub-rasante, se procederá a colocar material de préstamo importado que cumpla con los parámetros establecidos.

BASE

Se dispone sobre la sub-base y su función es absorber los esfuerzos debido a las cargas del tránsito y transmitirlas a la sub-base, y por ésta, al terreno de fundación. Las bases pueden ser granulares, mezclas bituminosas, suelo cementos, suelos estabilizados, etc.

Los requisitos generales son:

- Ser resistente a los cambios de volumen y temperatura.
- No presentar cambios de volumen que sean perjudiciales.
- El porcentajes de desgaste según el ensayo Los Ángeles" debe ser menos del 40%.
- La fracción que pasa el tamiz 40 debe tener un LL<25% y un IP<6%.
- La fracción que pasa el tamiz 200 no podrá ser mayor que ½ y en ningún caso mayor de los 2/3, de la fracción que pasa el tamiz 40.
- Deben ser suelos A1 y tener una graduación uniforme y textura regular.
- El CBR debe ser mayor o igual al 80%.

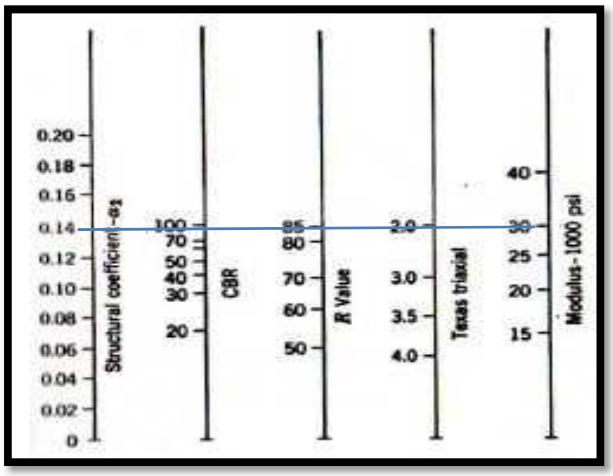
Módulo resiliente y coeficiente de capa de base

La propiedad mecánica que caracteriza a la base es su módulo de elasticidad, sin embargo por practicidad se correlaciona este parámetro con el valor de CBR de este material.

Para la base de los pavimentos a diseñarse se utilizará Base Clase 1-A con CBR mínimo de 80%.

El módulo Resiliente y coeficiente de capa de la Base está definido por las siguientes correlaciones de la Ilustración IV-8:

Ilustración 4.8. Módulo resiliente y coeficiente de capa de la base



Fuente: Guía De Diseño AASHTO 1993

HORMIGÓN ASFÁLTICO

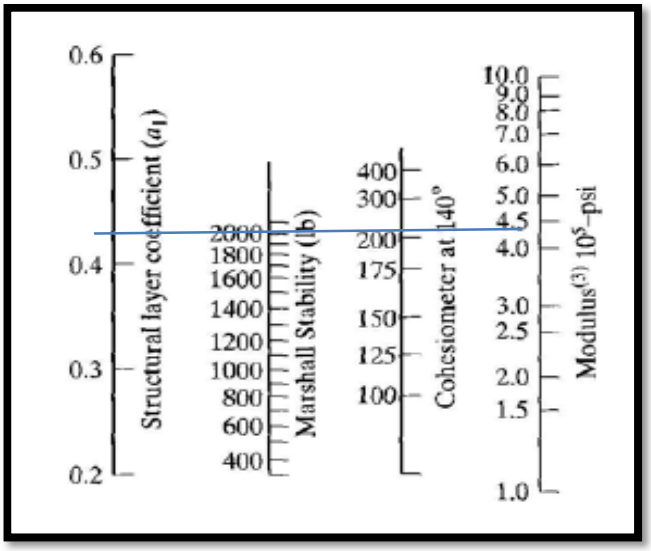
Es una mezcla bituminosa, su función primordial es proteger a la base, impermeabilizando la superficie para evitar posibles infiltraciones de aguas lluvias. Además evita que se desgaste o desintegre la base por la acción del tránsito. También contribuye a aumentar la capacidad soporte de la estructura, especialmente cuando su espesor es mayor a 3 pulg. (7.5cm).

La propiedad mecánica del hormigón asfáltico utilizada por el método AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles es su módulo de elasticidad. Para el proyecto se ha utilizado un módulo de elasticidad de 425 Ksi o 2930 MPa valor obtenido mediante una correlación establecida por Van Til y otros (1942) con la estabilidad Marshall del hormigón asfáltico de 2000 lbs.

Módulo Resiliente y Coeficiente de Capa de Rodadura

La correlación de Van Til y otros (1942) puede ser determinada gráficamente a partir del siguiente ábaco (Ilustración IV -9):

Ilustración 4.9. Módulo resiliente y coeficiente de capa de rodadura



Fuente: Guía De Diseño AASHTO 1993 - Ábaco Desarrollado Por Van Til Y Otros (1942)

SUB-BASE Y MATERIAL DE PRÉSTAMO IMPORTADO (MEJORAMIENTO)

Las sub-bases están constituidas por agregados obtenidos por trituración de roca o gravas.

Los agregados que se empleen en la Sub-base deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz Nº 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

Todas las partículas pasarán por un tamiz 1 1/2” (38.1mm) y no más del 15 por ciento pasara el tamiz N° 200 (0.075 mm).

El material de mejoramiento de la subrasante, deberá cumplir las especificaciones que se señalan a continuación:

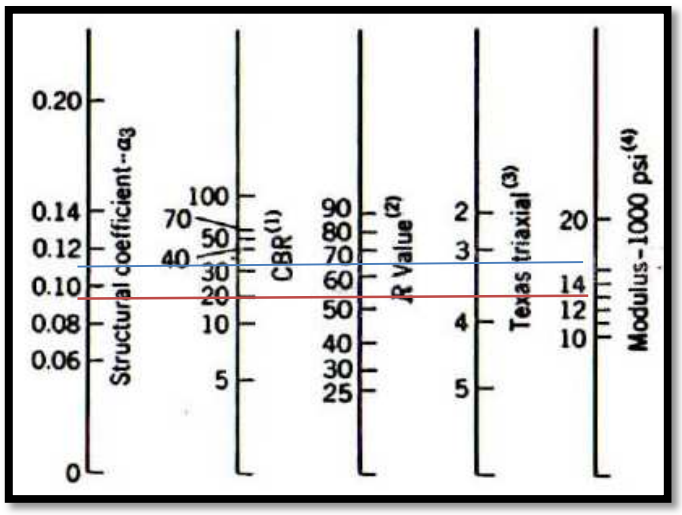
Todas las partículas pasarán por un tamiz de 4” (100mm) con abertura cuadrada y no más del 20% pasará el tamiz #200 (0.075mm), de acuerdo con el ensayo AASHTO – T.11.

La parte del material que pase el tamiz # 40 (0.425mm.) deberá tener un índice de plasticidad de 9% y límite líquido hasta el 35%, siempre que el valor del CBR sea mayor al 10%, tal como determina el ensayo AASHTO-T-91. Si se presenta material de tamaño mayor al máximo especificado deberá ser retirado antes de que se incorpore a la obra.

Módulo resiliente y coeficiente de capa de sub-base y préstamo importado

El módulo resiliente y coeficiente de capa de sub-base y préstamo importado se lo obtiene del ábaco de la Ilustración 4.10.

Ilustración 4.10. Módulo resiliente y coeficiente de capa de sub-base



Fuente: Guía De Diseño AASHTO 1993

4.6.1.6 Número Estructural (SN)

Es un número abstracto que expresa la resistencia estructural de un pavimento, para una combinación dada de soporte del suelo (Mr), del tránsito total (W18), de la serviciabilidad terminal y de las condiciones ambientales. Es decir que establece una relación empírica entre las distintas capas del pavimento, y que está dada por la siguiente ecuación:

$$SN= a_1d_1+a_2m_2d_2+a_3m_3d_3+a_4d_4m_4$$

Ecuación IV - 6

En la cual:

d1, d2, d3, d4: son espesores de las capas del rodamiento, base y sub-base y mejoramiento, respectivamente.

a1, a2, a3, a4: valores de coeficientes de capas

4.6.1.7 Espesor

De acuerdo con las gráficas de la AASHTO y los valores de CBR recomendados por el MTOP para las capas estructurales del pavimento se emplean los coeficientes de capa anotados abajo:

(Para cm): a1=0.173, a2 = 0.051, a3=0.043, a4=0.035

4.6.2 Cálculo de ejes equivalentes ESAL'S (W18)

FACTORES EQUIVALENCIA DE CARGAS:

Tabla LII. Factores de equivalencia de carga para pavimento flexible

Table D.4. Axle Load Equivalency Factors for Flexible Pavements, Single Axles and p_t of 2.5

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0004	.0004	.0003	.0002	.0002	.0002
4	.003	.004	.004	.003	.002	.002
6	.011	.017	.017	.013	.010	.009
8	.032	.047	.051	.041	.034	.031
10	.078	.102	.118	.102	.088	.080
12	.168	.198	.229	.213	.189	.176
14	.328	.358	.399	.388	.360	.342
16	.591	.613	.646	.645	.623	.606
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
22	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.30
24	3.69	3.49	3.09	2.89	3.03	3.27
26	5.33	4.99	4.31	3.91	4.09	4.48
28	7.49	6.98	5.90	5.21	5.39	5.98
30	10.3	9.5	7.9	6.8	7.0	7.8
32	13.9	12.8	10.5	8.8	8.9	10.0
34	18.4	16.9	13.7	11.3	11.2	12.5
36	24.0	22.0	17.7	14.4	13.9	15.5
38	30.9	28.3	22.6	18.1	17.2	19.0
40	39.3	35.9	28.5	22.5	21.1	23.0
42	49.3	45.0	35.6	27.8	25.6	27.7
44	61.3	55.9	44.0	34.0	31.0	33.1
46	75.5	68.8	54.0	41.4	37.2	39.3
48	92.2	83.9	65.7	50.1	44.5	46.5
50	112.	102.	79.	60.	53.	55.

Fuente: [4]

4.6.2.1 Cálculo de ESAL'S

Para el cálculo de los ejes de cargas equivalentes se ha asumido un 50% del TPDA del proyecto para la vía Sacachún-La Cienega, debido a que el tráfico de la vía es en dos sentidos. Además, se toma en cuenta la variación de la tasa de incremento vehicular por cada 5 años para obtener el transito proyectado.

Tabla LIII. Tasas de crecimiento vehicular según el MTOP

TASAS DE INCREMENTO VEHICULAR MTOP (GUAYAS)

PERIODO	LIVIANO	BUS	CAMIÓN
2015-2019	5.56	3.00	3.33
2020-2024	4.95	2.67	2.96
2025-2029	4.45	2.40	2.67
2030-2034	4.04	2.18	2.43

Fuente: MTOP - 2003

Debido a la falta de información del parque automotor de Santa Elena se trabajará con las tasas de incremento vehicular del Guayas.

Además, se tendrá en cuenta que para obtener el tráfico proyectado por cada vehículo se usará la siguiente formula:

$$\boldsymbol{Trafico\ generado = Trafico\ actual} * (\mathbf{1} + \boldsymbol{taza\ de\ incremento\ vehicular})^{\boldsymbol{periodo}}$$

Ecuación IV - 7

Donde el periodo escogido para el análisis será anual (periodo= 1 año) hasta llegar a los 20 años del periodo de diseño escogido.

Tabla LIV. Ejes de cargas equivalentes

Tiempo Años	*Año*	*Livianos*	*Buses*	*Camión 2 Ejes Grande 2DB*
1	2017	75	4	2
1	2018	79	4	2
1	2019	84	4	2
1	2020	88	5	2
1	2021	93	5	2
1	2022	98	5	2
1	2023	102	5	2
1	2024	108	5	3
1	2025	113	5	3
1	2026	118	5	3
1	2027	124	5	3
1	2028	129	6	3
1	2029	135	6	3
1	2030	141	6	3
1	2031	147	6	3
1	2032	153	6	3
1	2033	159	6	3
1	2034	166	6	3

1	2035	173	6	3
1	2036	180	7	4
SUMATORIA POR VEHICULO		**2465**	**107**	**55**
TPDA-TOTAL POR VEHICULO ANUAL (*365)		**899731**	**39123**	**20218**

Fuente: Guía De Diseño AASHTO 1993

Tabla LV. Factor camión

CLASE DE VEHÍCULO	***NUMERO DE VEHÍCULOS***	***TONELAJE POR EJE***		***FACTOR DE EQUIVALENCIA***		
		FRONTAL	**TRACERO**	**FRONTAL**	**TRACERO**	**TOTAL ESAL'S**
LIVIANO	899731	1	3	0.0004	0.017	15655.32
BUS	39123	3	7	0.17	0.358	20656.99
PESADO	20218	7	11	0.358	2.38	55357.71
					100%:	**91670.03**
					50%:	**45835.0**

Fuente: Guía De Diseño Aashto 1993

Para la Zona 1 y 3 cuyos valores de CBR se muestran más altos se decidió usar el menor valor para ser más conservadores. De esta manera se puede hallar el módulo resiliente para ambas zonas y calcular el Número estructural adecuado.

El módulo Resiliente de la Sub-rasante está definido por las siguientes ecuaciones:

2 %< CBR < 12%

$$\boldsymbol{Mr(Psi) = 1500CBR}$$

Ecuación IV - 8

12% < CBR <80%

$$\textbf{Mr (Psi)= 3200}\boldsymbol{CBR^{0.55}}$$

Ecuación IV - 9

Tabla LVI. Módulo resiliente según CBR

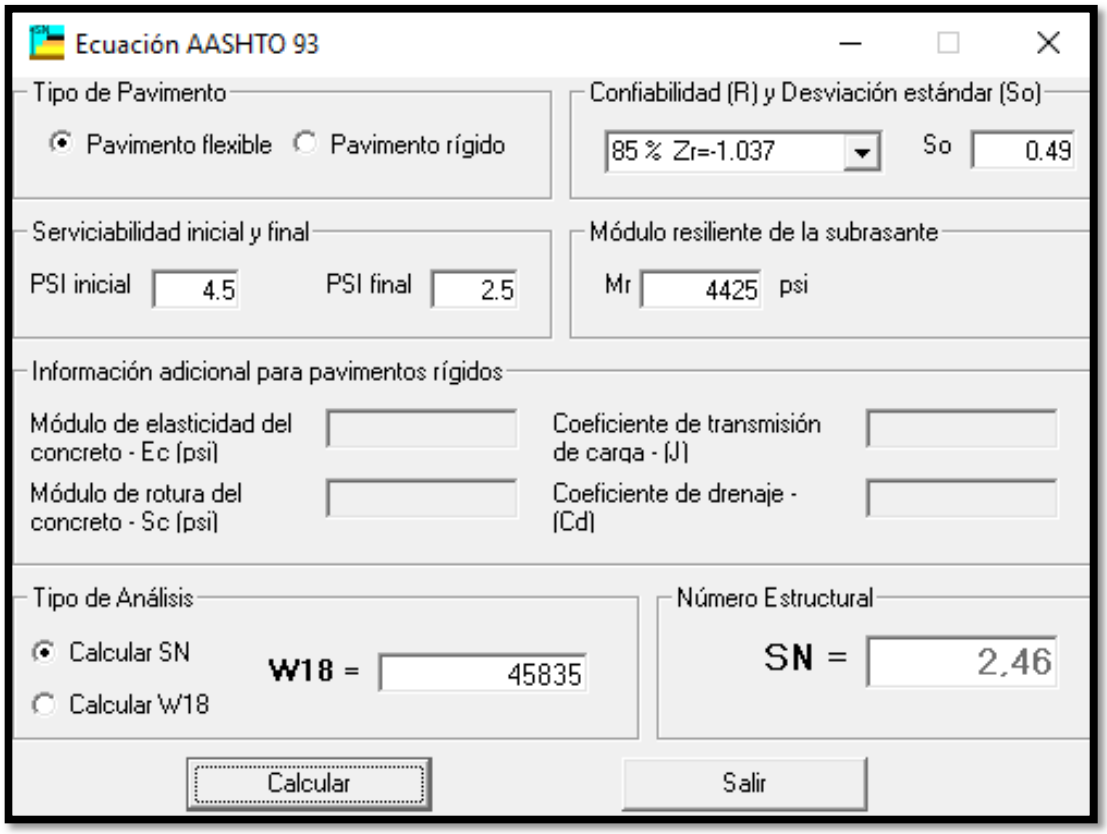
Zona	***Abscisas***	***CBR***	***Módulo Resiliente***
1 y 3	0+000-1+000; 7+000-8+514	2.95	4425
2	1+000-7+000	5.80	8700

Fuente: Elaboración Propia

Usando todos los parámetros establecidos previamente se obtiene el Número estructural con la Ecuación AASHTO 93, que ha sido resumida en un programa, obteniendo los siguientes números estructurales:

Para la Zona 2

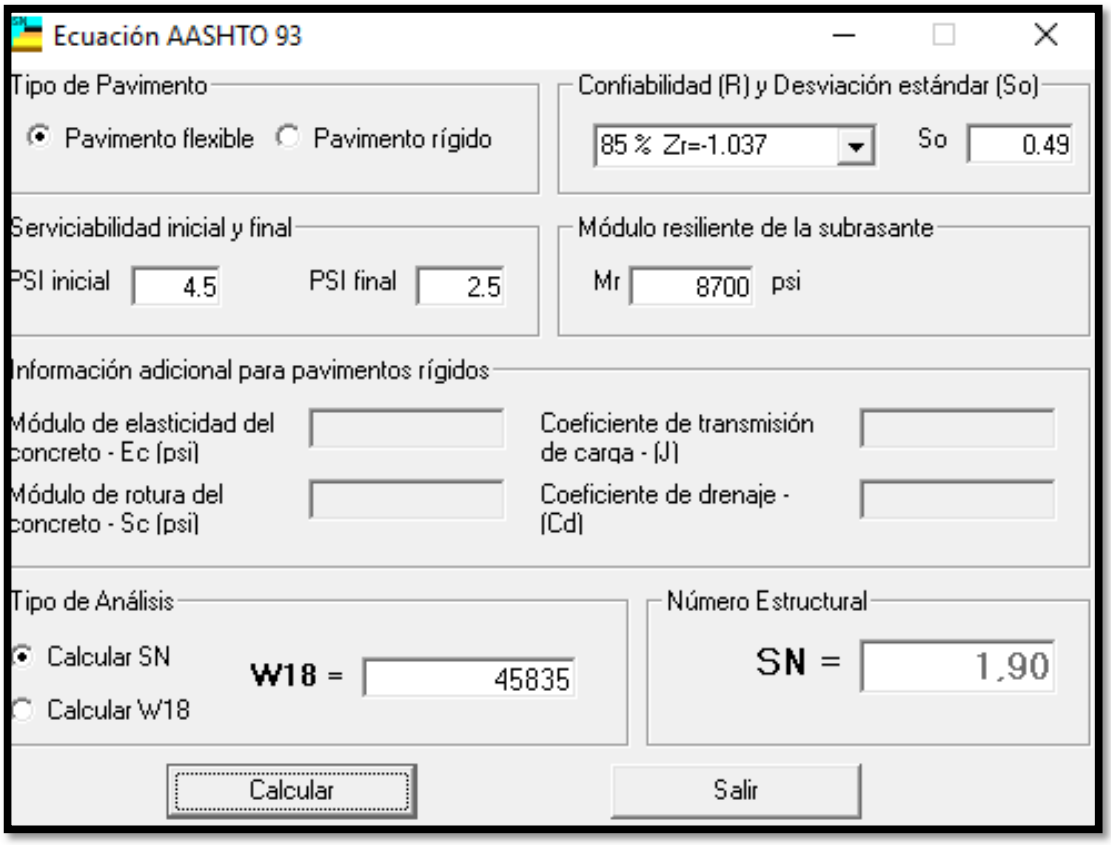
Ilustración 4.11. Calculo pavimento flexible en zona 2



Fuente: Elaboración Propia

Para las zonas 1 y 3

Ilustración 4.12. Calculo pavimento flexible en zonas 1 y 3



Fuente: Elaboración Propia

Con los números estructurales obtenidos se procede a obtener los espesores de las capas que formaran la estructura de pavimento mostradas en las siguientes Tablas:

- Para las Zonas 1 y 3:

Tabla LVII. Configuración del pavimento flexible en zonas 1 y 3

Capa	*Espesor*	*Coef. Capa*	*Coef. Drenaje*	*N.E. Calculado*
Asfalto	5	0.173	1	0.865
Base	0	0.051	1	0
Sub-base	20	0.043	1	0.86
Mejoramiento	20	0.035	1	0.70
Total de Espesor	45			2.425

Fuente: Elaboración Propia

$SN_c > SN_r$

2.425>1.90

- Para la Zona 2:

Tabla LVIII. Configuración del pavimento flexible en zona 2

Capa	*Espesor*	*Coef. Capa*	*Coef. Drenaje*	*N.E. Calculado*
Asfalto	5	0.173	1	0.865
Base	0	0.051	1	0
Sub-base	20	0.043	1	0.86
Mejoramiento	30	0.035	1	1.05
Total de Espesor	55			2.775

Fuente: Elaboracion Propia

$SN_c > SN_r$

2.775>2.425

4.6.3 Análisis de expansividad de la subrasante de la vía

En la Tabla LIX, se presentan los valores del porcentaje de expansión basados en los ensayos de CBR en cada tramo perteneciente a la vía.

Tabla LIX. Valores de % de expansión a lo largo de la vía Sacachún - La Ciénega

Ubicación		***Número de Calicata***	***Abscisa***		***Clasificación***	***CBR al 95%***	***% de Expansión libre obtenido del CBR***
Desde	**Hasta**		**Desde**	**Hasta**			
Zacachún	**La Cienega**	1	0+100	1+000	CL	3.70	3.27
		2	1+100	2+000	CH	1.95	6.42
		3	2+100	3+000	CH	2.30	4.39
		4	3+100	4+000	CH	2.60	5.13
		5	4+100	5+000	CH	2.50	3.75
		6	5+100	6+000	ML	5.70	5.61
		7	6+100	7+000	CL	5.20	3.16
		8	7+100	8+000	CL	3.60	2.40
		9	8+000	8+514	ML	2.90	2.92

Fuente: Elaboracion Propia

En base a los porcentajes de expansión y los valores de CBR bajos a lo largo de toda la vía del proyecto, se recomienda extraer al menos 1 m de profundidad del terreno natural con el fin de reemplazarlo con material de préstamo importado granular para posteriormente colocar la estructura de pavimento sobre el relleno.

4.7 Fuente de materiales

Por medio de un informe (ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOSDE LA CARRETERA ENGUNGA – ENGABAO – PLAYAS) de Minas y Canteras, proporcionado por la empresa CONSULNAC, se detalla a continuación la localización geo-referenciada y geológica de las fuentes de materiales, al igual que las propiedades geo-mecánicas de los mismos, con el propósito de que sean idóneos para la utilización en la obra de construcción de la vía Sacachún – La Cienega. [4]

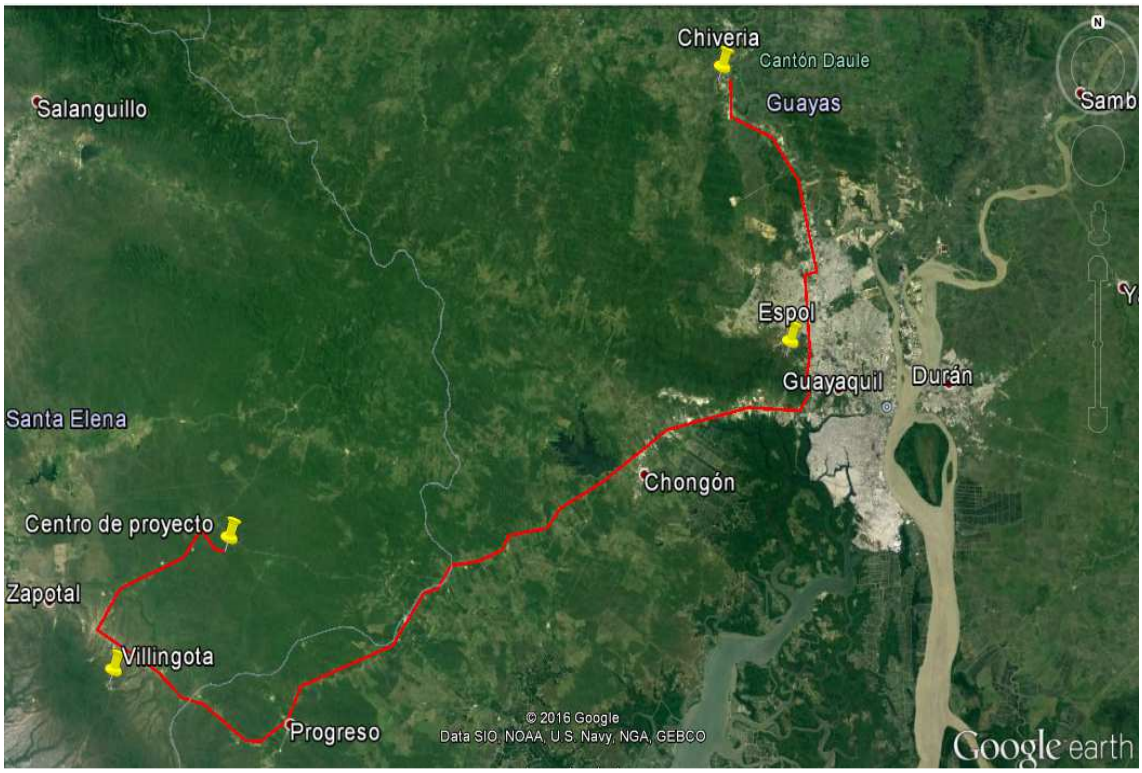
CANTERA CHIVERÍA

Este material es recomendado para la elaboración de hormigón asfáltico. Son rocas básicamente de tipo basáltico. Para su análisis, éste material se ha divido en tamaños de 3/4 y 3/8. La cantera se encuentra ubicada al este de la población de Petrillo. Actualmente está siendo explotada para producir mezclas asfálticas por parte la compañía Hidalgo e Hidalgo, y anteriormente sobre el flanco norte del cerro se explotó el material para la conformación de la capa de rodadura asfáltica para la carretera Progreso-Playas, cuya construcción estuvo a cargo de la compañía Herdoiza Crespo. [4]

La cantera se encuentra ubicada a 121 kilómetros del centro de la carretera, Sacachún – La Cienega, a diseñar, con coordenadas 609000 en X y 9784000 en Y.

Tiene un área de 14.604 metros cuadrados, una longitud de 354.9 metros y un volumen de 5183.084 metros cúbicos de material.

Ilustración 4.13. Ubicación de la cantera Chiveria



Fuente: Google Earth

CANTERA VILLINGOTA

Esta cantera pertenece a la formación geológica del Grupo Azúcar, y está principalmente conformada por un estrato de cuarcitas grises, lutitas limosas que están cubiertas por un estrato de finos limo arcillosos mezclados con grava. Se recomienda su uso para la construcción de sub-base y materiales para mejoramiento de la sub-rasante. [4]

La cantera se encuentra ubicada a 24.9 kilómetros del centro de la carretera, Sacachun – La Cienega, a diseñar, con coordenadas 554545 en X y 9736940 en Y.

Tiene un área de 45.200 metros cuadrados, un espesor de 30 metros y un volumen de 1.356.000 metros cúbicos de material.

Ilustración 4.14. Ubicación de la cantera Villingota

Fuente: Google Earth

ENSAYOS DE LABORATORIO

En el estudio de fuentes de materiales proporcionados por la empresa [4], se elaboró los análisis y comprobaciones de las propiedades físicas de los materiales pétreos naturales, encontrados en las canteras Villingota y Chiveria. En las Tablas LX y LXI se muestran los resultados de los ensayos de clasificación y de calidad de las canteras, los mismos que son comparados con los requerimientos establecidos por el MTOP ilustrados en la Tabla LXII.

Tabla LX. Resultados de los ensayos de clasificación de las muestras tomadas en las canteras visitadas

Canteras	***Descripción del material***	***SUCS***	***AASHTO***	***Pasante #200***	***IP (%)***	***Uso Recomendado***
Chivería	Triturado de 3/4”	GP	A-1a	0.22	NP	Carpeta de mezcla asfáltica
Chivería	Triturado de 3/8”	GP	A-1a	12.06	NP	Carpeta de mezcla asfáltica
Villingota	Piedra triturada gris blanquinosa con finos	GM-GC	A-1b	16.09	4.43	Sub-base y mejoramiento

Fuente: [4]

Tabla LXI. Resultados de los ensayos de calidad de las muestras tomadas en las canteras visitadas

Canteras	***Ysmax (Kg/m3)***	***CBR (%)***	***Abrasión (%)***	***Sulfatos (%)***
Chivería 3/4”			10.9	7.01
Chivería 3/8”				
Villingota	2145	57.33	36.80	11.86

Fuente: [4]

Tabla LXII. Rangos para la utilización de materiales y agregados establecidos por el MTOP

Material	*CBR (%)*	*Abrasión*	*Pasante #200*	*IP*
Base	>80	<40	3 – 15	<6
Sub-base	>30	<50	0 – 20	<6
Mejoramiento	>20	-	<20	<9
		Abrasión	**Pasante No.4**	**IP**
Agregado para Asfalto		<40	>35	<4

Fuente: [4]

De acuerdo con los resultados mostrados en las Tablas LX y LXI, los agregados de la cantera Chivería cumplen con las especificaciones del MTOP para implementarse en la elaboración de la mezcla de hormigón asfáltico.

El material existente en la cantera Villingota cumple con las especificaciones para el uso en sub-base y mejoramiento. Con estos resultados podemos concluir que se han encontrado materiales idóneos para utilizarlo en cada una de las capas de la estructura del pavimento.

CAPÍTULO V

ESTUDIO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE

5.1 Generalidades

La función principal de un **sistema de drenaje** es la de permitir la retirada de las aguas que se acumulan en depresiones topográficas del terreno, causando inconvenientes en las carreteras.

Según el MTOP, el sistema de drenaje vial es importante para el correcto funcionamiento y operación de la carretera, cumple con las siguientes funciones:

- Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada
- Controlar el nivel freático
- Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera
- Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las tres primeras funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y subdrenes, mientras que la última función es realizada por drenajes transversales como las alcantarillas y puentes.

5.2 Drenaje Superficial

5.2.1 Drenaje Longitudinal

El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación se establecen calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo.

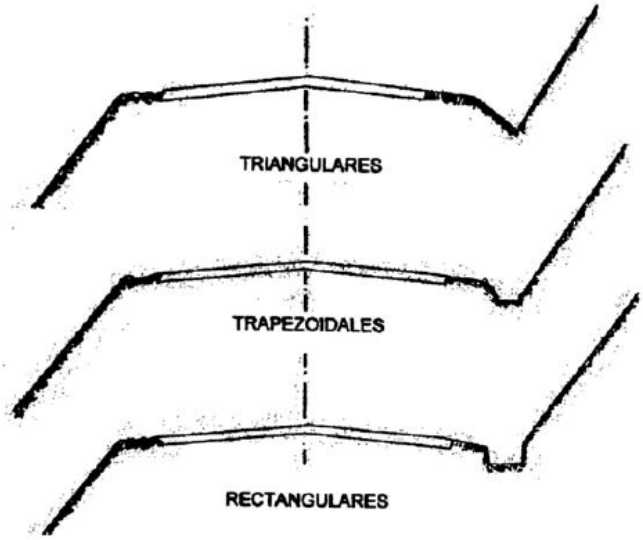
5.2.1.1 Cunetas

Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud el corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera.

La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad del revestimiento.

Se clasifican según la forma de su sección transversal y pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales (Ilustración V-1). El uso de cunetas triangulares es generalizado, por su facilidad de construcción y mantenimiento.

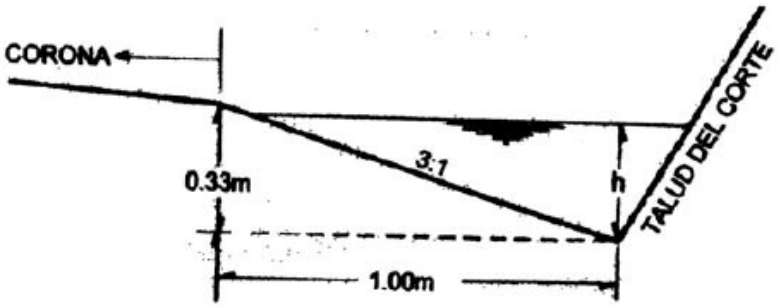
Ilustración 5.1. Secciones típicas de cunetas



Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geométrico 1973 (2003).

En las secciones triangulares se recomienda que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y del lado del corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo; considerando, para el caso, una lámina de agua no mayor a 30 cm (Ilustración V-2).

Ilustración 5.2. Dimensiones típicas de cunetas triangulares



Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geometrico 1973 (2003).

DISEÑO HIDRÁULICO

Para el diseño de las cunetas se deberá tener en cuenta el caudal máximo, con esto se podrá diseñar la sección transversal, longitudes, pendientes y calcular velocidad de flujo.

a. Caudal de diseño

El caudal máximo del escurrimiento de la corona de la vía y del talud del corte, por ancho unitario, se determinará para un período de retorno de 100 años y considerando lluvias de duración corta.

Se debe calcular el caudal máximo de diseño de la cuneta considerando el aporte lateral y la longitud total de la cuneta, para verificar el área de la sección transversal tentativa

b. Longitudes máximas permisibles

Se deberá determinar la longitud máxima permisible de la cuneta, asegurando su correcto desempeño y evitando, el:

- Rebose de agua
- Sedimentación en cambios de pendiente

Cuando la longitud total de la cuneta proyectada, resultase mayor a la máxima permisible, será necesario diseñar obras de descarga (alcantarillas) que conduzcan el agua, de manera inmediata, hasta un drenaje natural. La distancia recomendable entre las obras de descarga intermedias será igual a la longitud máxima permisible de la cuneta.

c. Protecciones

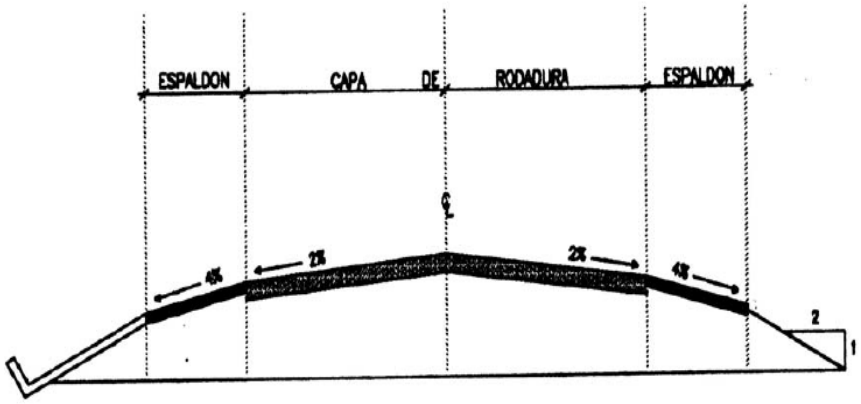
En el caso de que el material de las cunetas sea erosionable, se debe reducir la velocidad de flujo disminuyendo la pendiente, caso contrario se necesitar revestir la cuneta con hormigón. Otra opción sería aumentando la sección de la cuneta.

5.2.2 Drenaje Transversal

5.2.2.1 Bombeo (Pendiente Transversal)

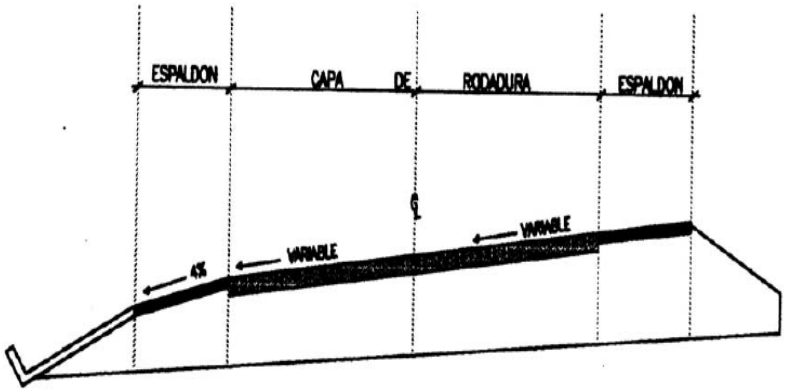
Se denomina bombeo a la pendiente transversal que se proporciona a la corona e la carretera para permitir que el agua que cae directamente, sobre esta, escurra hacia sus espaldones. En las carreteras de dos carriles de circulación y en secciones en tangentes es común que el bombeo de la capa de rodadura sea 2% de pendiente y en los espaldones sea del 4 %; en la secciones en curva, el bombeo se superpone con la sobrelevación necesaria, de manera que la pendiente transversal se desarrollara sin discontinuidades, desde el espaldón más elevado al más bajo (Ilustración V-3); sin embargo dentro de la transición de la sección en tangente a la de la curva, (Ilustración V-4) suele haber un sector donde se complica la conformación de una pendiente transversal adecuada, en el cual será conveniente considerar la existencia de la pendiente longitudinal.

Ilustración 5.3. Bombeo en sección tangente



Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geometrico 1973 (2003).

Ilustración 5.4. Bombeo en sección curva



Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geometrico 1973 (2003).

5.2.2.2 Alcantarillas

Las alcantarillas son conductos cerrados con una sección transversal única o variable que se instalan transversalmente a la carretera con el fin de dejar pasar el agua superficial a través de la misma.

Para diseñar la alcantarilla se deben tener en cuenta las características de la cuenca de drenaje y de la carretera a la que prestara servicio. En vista que la proyección de una carretera incluye gastos por mantenimiento, se deberá incluir los gastos de mantenimiento de cunetas en dichos rubros.

De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la carretera, se puede considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas ó para colectar aguas provenientes de cunetas.

5.2.2.2.1 Generalidades

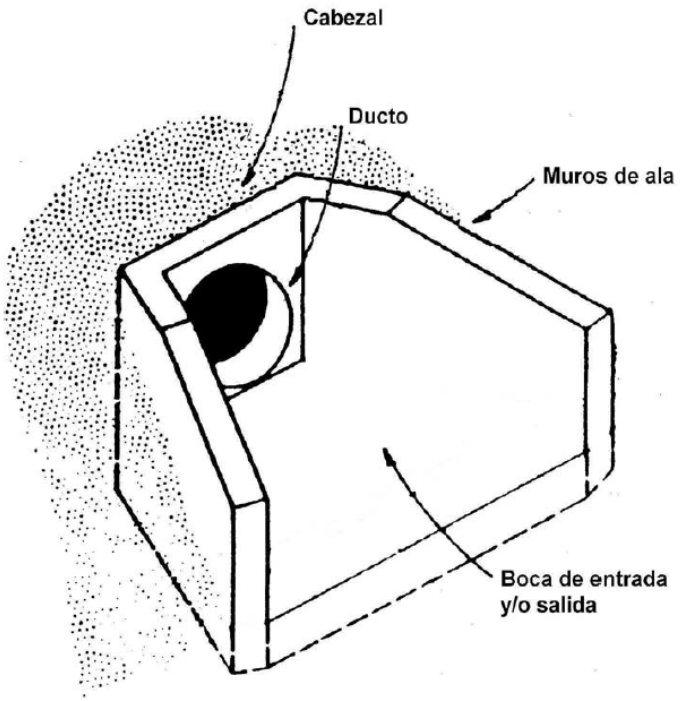
Las alcantarillas constan de 4 elementos:

- El ducto
- Cabezales
- Muros de ala

- Protecciones

La forma de la sección transversal del ducto puede ser circular o rectangular, además que el material de consistencia puede ser hormigón o metal.

Ilustración 5.5. Elementos de una alcantarilla



Fuente: Publicación Del Ministerio De Obras Publicas – Manual De Diseño Geometrico 1973 (2003).

5.2.2.2.2 Datos de diseño

Es necesario reunir la mayor cantidad de información para el diseño de la alcantarilla, ciertos datos necesarios son: topografía, datos de la cuenca de drenaje, precipitación, entrevistas de los moradores, etc.

a. DATOS TOPOGRÁFICOS

El levantamiento topográfico proporcionara la información necesaria para ubicar las alcantarillas según el flujo superficial del agua, las mismas que ocurren en depresiones significativas o áreas inundables. Además de proporcionar datos que puedan comprometer la estructura de la alcantarilla, tales como tipo de suelo, uso del suelo y obstáculos que alteren el flujo del agua superficial.

b. CUENCA DE DRENAJE

La cuenca de drenaje es un área la cual recoge agua superficial formando una corriente en los puntos de mayor depresión, por lo tanto, es un dato importante para el cálculo de diseño de las alcantarillas.

Por esto la cuenca deberá ser lo más precisa posible de tal manera que no se estimen valores erróneos causando sub dimensionamientos o sobre dimensionamientos, siendo el caso más desfavorable el sub dimensionamiento.

El escurrimiento en una cuenca dependerá de diversos factores, tales como el área, la pendiente, las características del cauce principal (longitud y pendiente), elevación (cota) de la cuenca y red de drenaje

c. PLUVIOMETRÍA

Es estudio y tratamiento de los datos de precipitación que se obtienen en los pluviómetros ubicados a lo largo y ancho del territorio, obteniendo así unos datos de gran interés para las zonas agrícolas y regulación de las cuencas fluviales a fin de evitar inundaciones por exceso de lluvia.

Siendo un dato importante saber la cantidad de agua que se recoge en el área de la cuenca de drenaje, para un correcto diseño.

5.2.2.2.3 Consideraciones de diseño

Se debe tomar en cuenta 2 aspectos básicos: el análisis hidrológico de la zona y el diseño hidráulico de la estructura.

El análisis hidrológico permite conocer los valores de intensidad de lluvia, capacidad de escurrimiento y periodos de retorno de precipitaciones. En cambio, el

diseño hidráulico permite establecer las dimensiones requeridas de la alcantarilla para su correcto funcionamiento

LOCALIZACIÓN

La localización correcta es importante porque influirá en la dimensión de la sección, el desalojo del agua, la conservación de la estructura y la instalación o construcción de cada alcantarilla constituye un problema distinto, los factores más importantes para la eficiencia y seguridad de las mismas son: la alineación y la pendiente.

Las alcantarillas deberán instalarse o construirse, en lo posible, siguiendo la alineación, pendiente y cotas de nivel del cauce de la corriente, facilitando de esta manera que el agua circule libremente sin interrupciones y reduciendo, al mínimo, los riesgos de erosión.

a. ALINEACIÓN

La localización óptima de una alcantarilla consistirá en proporcionar a la corriente una entrada y una salida directa. Cuando no se puedan lograr estas condiciones, se las puede obtener por medio de los procesos siguientes: un cambio en el trazado del cauce, una alineación esviajada o una combinación de ambas. Se deberá tener presente que es conveniente evitar que el cauce cambie bruscamente de dirección,

en cualquier de los extremos de la alcantarilla, puesto que se retardaría el flujo de la corriente, provocando un embalse excesivo y, posiblemente, hasta el colapso del terraplén.

b. PENDIENTE

La pendiente ideal para una alcantarilla es aquella que no produzca sedimentación, ni velocidades excesivas y erosión, y que, a su vez, permita la menor longitud de la estructura.

La capacidad de una alcantarilla con salida libre (no sumergida) no aumenta cuando la pendiente sea mayor que la “pendiente crítica”, puesto que la capacidad está determinada, en este caso, por el volumen de agua que puede ingresar por la entrada.

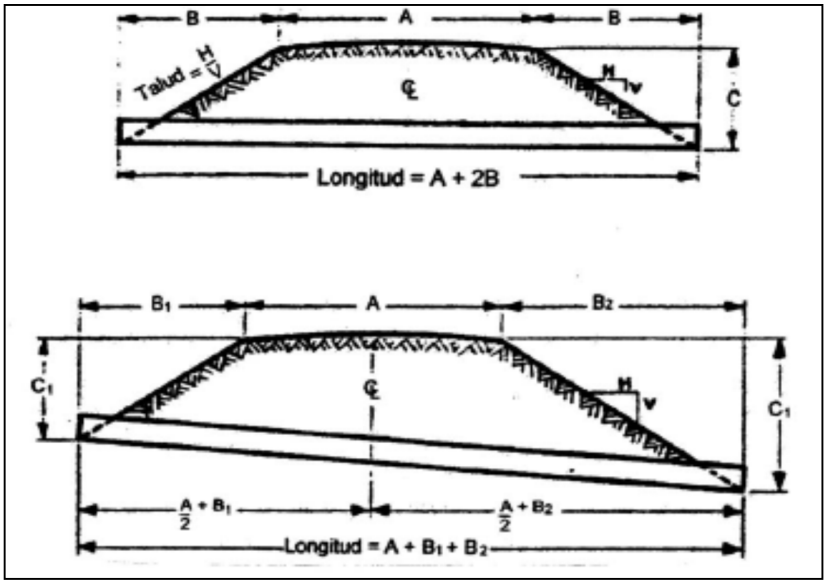
Así mismo, la capacidad de una alcantarilla, con pendiente muy reducida, pero con salida sumergida, puede variar según la carga hidráulica; en este caso, la rugosidad interna de la alcantarilla es un factor que debe tenerse en cuenta. Para evitar la sedimentación, la **pendiente mínima será 0,5 por ciento.**

c. LONGITUD DE LA ALCANTARILLA

La longitud necesaria de una alcantarilla dependerá del ancho de la corona de la carretera, de la altura del terraplén, de la pendiente del talud, de la alineación y pendiente de la alcantarilla y del tipo de protección que se utilice en la entrada y salida de la estructura.

La alcantarilla deberá tener una longitud suficiente para que sus extremos (entrada y salida) no queden obstruidos con sedimentos ni sean cubiertos por el talud del terraplén.

Ilustración 5.6. Longitud de una alcantarilla



Fuente: Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

VELOCIDAD DE LA CORRIENTE

Las alcantarillas por sus características, generalmente, incrementan la velocidad del agua con respecto a la de la corriente natural, aunque lo ideal sería que la velocidad en el cauce aguas abajo fuese la misma que tenía antes de construir la alcantarilla. Las altas velocidades en la salida son las más peligrosas y la erosión potencial en ese punto es un aspecto que deberá tenerse en cuenta.

Para establecer la necesidad de protección contra la erosión, la velocidad a la entrada y/o salida deben compararse con la máxima velocidad permisible (no erosiva) del material del cauce, inmediatamente aguas arriba y/o aguas abajo de la estructura. Cuando la velocidad de salida resulte muy alta ó el material del cauce es particularmente susceptible a la erosión, podrían requerirse dispositivos para disipar la energía del escurrimiento de salida. Estos dispositivos pueden variar desde un delantal inclinado hasta un tanque de amortiguación.

CARGA ADMISIBLE A LA ENTRADA

A fin de evitar que el agua sobrepase la corona de la carretera, la altura permisible del remanso en la entrada de la alcantarilla se establecerá como el valor menor que resulte de considerar los siguientes criterios: a) disponer de un bordo libre mínimo

de 1,00 m, medido desde el nivel de la rasante y b) que no será mayor a 1,2 veces la altura del ducto.

SELECCIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA

En la selección del tipo de alcantarilla intervienen la funcionalidad hidráulica y estructural, así como el aspecto económico, y está relacionada con los siguientes factores: altura del terraplén, forma de la sección del cruce, características del subsuelo, materiales disponibles en la zona y tipificación de las estructuras y sus dimensiones.

Para definir el proyecto longitudinal de la subrasante se deberá tener presentar que, tanto tubos como bóvedas, requerirán de un relleno mínimo de protección entre 0,60 m y 1,00 m, por encima de los mismos; en cambio, la losa superior de los cajones puede quedar, en ocasiones, al nivel de la subrasante del camino.

DISEÑO HIDRÁULICO

El análisis hidráulico de una estructura de drenaje se basa en la aplicación de los principios básicos de la hidráulica y en sus ecuaciones fundamentales de continuidad, energía y cantidad de movimiento. Estos principios y ecuaciones son igualmente válidos en conducciones forzadas o a superficie libre; sin embargo, en

este último caso, es necesario considerar, además, las condiciones inherentes al flujo, debido a que el tirante de la sección tiene la libertad de variar su magnitud de acuerdo con las características geométricas e hidráulicas a lo largo de la conducción.

Las alcantarillas que trabajan parcialmente llenas, con presiones nulas se clasifican como canales abiertos y tienen todas las características de los mismos; por el contrario, cuando las alcantarillas trabajan a presión se analizan como conductos cerrados. Por lo tanto, desde el punto de vista hidráulico es importante establecer si la alcantarilla trabajará o nó a presión, para poder estimar sus dimensiones.

a. ESCURRIMIENTO EN ALCANTARILLAS

El flujo en una alcantarilla se manifiesta por formas típicas de escurrimiento:

1. con control de entrada y
2. con control de salida.

Para cada tipo de control se aplican diferentes factores y fórmulas hidráulicas en la determinación de la capacidad de la alcantarilla. En las obras con control de entrada, tienen importancia primordial: la sección transversal del ducto, la

geometría de la entrada, y la profundidad del agua a la entrada o altura de remanso. En las obras con control de salida, se debe tener en cuenta, además, el nivel del agua en el cauce a la salida de la alcantarilla, así como también la pendiente, rugosidad y longitud del ducto.

b. PARÁMETROS DE DISEÑO

El cálculo dimensional de una alcantarilla se efectuará con base al caudal máximo de diseño, a la pendiente establecida y a la verificación de la velocidad máxima y/o el remanso en la entrada.

- **ÁREA DE DRENAJE**

El área de drenaje se puede determinar en las cartas topográficas del IGM (escala 1:50.000), ó en fotografías aéreas, y se considerará como la superficie en proyección horizontal limitada por el parte-aguas. Esta área se calculará por cualquier método y se expresará en hectáreas o en kilómetros cuadrados.

- **INTENSIDADES**

Se determinarán las intensidades de precipitación y se relacionarán con su frecuencia y duración. Aunque la información hidrológica disponible no es suficiente, el INAMHI publica, periódicamente, análisis estadísticos de intensidades que permite calcular, por medio de las ecuaciones pluviométricas, la relación intensidad-frecuencia-duración, para cada una de las denominadas “zonas de intensidades” en que está dividido el país.

- **PERÍODO DE RETORNO**

De acuerdo al tipo de carretera, se asignan los siguientes períodos de retorno: (1) Para carreteras arteriales, será no menor a 200 años; (2) para carreteras colectoras, será no menor a 150 años; (3) Para carreteras vecinales, será no menor de 100 años.

- **ALCANTARILLAS PARA DRENAJE DE CUNETAS**

El caudal máximo se determinará por la sumatoria de los volúmenes de escurrimiento de las cunetas, estimados para un período de retorno especificado.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

El diseño puede realizarse aplicando procesos analíticos o el uso de programas de Computación que permiten establecer alternativas de solución para las condiciones de funcionamiento establecidas.

Cualquiera que sea el procedimiento de diseño que se aplique se debe tener en cuenta las siguientes variables:

Q = Caudal de diseño (m/seg)

B = Ancho para secciones rectangulares (m)

D = Diámetro o altura, según el tipo de alcantarilla (m)

So = Pendiente del fondo.

L = Longitud de la alcantarilla (m).

n = Coeficiente de Manning.

PROTECCIÓN DE ENTRADA Y SALIDA

La funcionalidad de una alcantarilla de cualquier tipo, se puede mejorar mediante una estructura de transición, a la entrada y salida del ducto que estará formada por muros de ala que son, al mismo tiempo, muros de contención de tierra y guías para

encauzar el agua, que transforma gradualmente su régimen: del que tenía en el terreno natural, al del interior y, otra vez, al del terreno natural.

Estos muros de ala son divergentes, con un ángulo de aproximadamente 45 grados, respecto al eje longitudinal de la alcantarilla, arrancan del mismo nivel de la losa o de la parte superior del muro cabezal y descienden con talud 1.5:1 hasta tener una altura entre 0.30 m a 0.85 m, en su parte más alejada.

En el caso de tubos circulares se considerarán, además muros cabezales paralelos al eje de la carretera. La longitud de los mismos cabezales y de los muros de ala deberá ser tal que el derrame del material proveniente del talud de la vía no obstruya el cauce de la corriente y además, teniendo presente que los extremos de los muros de ala quedarán equidistantes del cauce de drenaje natural.

La alcantarilla, propiamente dicha, se considerará que empieza en la parte más alejada de los muros de ala y es donde se inicia la variación del régimen hidráulico natural; por esta razón, en el espacio comprendido entre los muros de ala (a la entrada y salida de la alcantarilla) deberá construirse una losa de hormigón armado apoyada sobre el terreno natural, cuyo nivel coincidirá con el nivel del ducto; en el caso de alcantarillas de cajón se puede prolongar la losa inferior.

Debajo del borde exterior de la losa de hormigón de la entrada y salida, se diseñará un dentellón de hormigón, su altura será no menor de 0,60m, medida desde la cara inferior de la losa. Delante del dentellón se colocará un enrocamiento protegido con geotextil, que tendrá las siguientes dimensiones mínimas: ancho 3.00m, y longitud, la medida comprendida entre los extremos de los muros de ala.

La longitud, tamaño, peso de las piedras, así como, el espesor de la capa del enrocamiento, serán función de la velocidad de salida del agua, y en ningún caso se colocarán menos de dos capas.

FORMAS DE LA ENTRADA Y SALIDA

Las entradas sirven para proteger el terraplén y sí se diseñan adecuadamente pueden mejorar las condiciones de funcionamiento de la alcantarilla, por lo que resulta conveniente que éstas, en la entrada, tenga bordes afilados o redondeados.

En la entrada de alcantarillas circulares es conveniente construir muros de cabeza (cabezales) que aumentan la eficiencia y ayudan a retener el talud del terraplén y complementados con muros de ala que servirán para encauzar el agua hacia la alcantarilla.

Con condiciones de control en la entrada, el alabeo de los muros de ala aumenta la capacidad de la alcantarilla, lo que permite trabajar, para un caudal dado, con una carga menor. Los mejores resultados se obtienen alabeando la entrada de una alcantarilla de cajón, en una distancia igual a cuatro veces el rebaje vertical del ducto. La entrada de las alcantarillas circulares deberá redondearse con radio de 0,15D.

5.3 Diseño de las alcantarillas de drenaje y obras complementarias del tramo vial

5.3.1 Información disponible y criterios de diseño

El principal insumo del estudio hidráulico de drenaje son los resultados disponibles del estudio de hidrología de la vía del presente estudio. Este informe reporta caudales de diseño para la ubicación de las alcantarillas, considerando el aporte del área de influencia más la escorrentía directa de la calzada del camino.
Se debe considerar que, en el presente estudio, el periodo de retorno debe ser 100 años.

Además, las secciones utilizadas para las alcantarillas, de acuerdo a los caudales, serán circulares o rectangulares, empleándose tubería de hormigón.

5.3.2 Ubicación de alcantarillas

Para la ubicación de las alcantarillas se deben identificar los lugares más adecuados en el trazado de la vía, ya sea en los puntos más bajos de los tramos de la carretera, en los cursos de drenaje natural que atraviesan la vía y considerando, además, aspectos importantes como intersección de vías, canales, cruce por poblaciones, entre otros.

Además, considerar secciones mínimas para mantenimiento, pendientes máximas y tipos de estructura de acuerdo a las características propias de ubicación de cada alcantarilla, de acuerdo a las recomendaciones del Manual de Carreteras del MTOP.

5.3.3 Método de cálculo

Dentro de los parámetros necesarios para el diseño de las alcantarillas se utilizará en el pre-dimensionamiento inicial la ecuación de Manning (1891) con un coeficiente de rugosidad de n = 0,013 para alcantarillas de hormigón pres forzado para determinar un diámetro inicial de diseño. La expresión que permite determinar los caudales de diseño se presenta a continuación:

$$\boldsymbol{Q = \frac{1}{n}\, A\, R^{2/3}\, S^{1/2}}$$

Ecuación V - 1

Donde:

Q = Caudal (m^3/s)

n = Rugosidad

A = Área (m^2)

R = Radio hidráulico: Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo

S = Pendiente de la tubería (m/m)

El proceso de diseño se puede simplificar mediante el uso de programas de Computación que permiten establecer alternativas de solución para las condiciones de funcionamiento establecidas. Cualquiera que sea el procedimiento de diseño que se aplique se debe tener en cuenta las siguientes variables:

Q = Caudal de diseño (m/seg)

b = Ancho para secciones rectangulares (m)

D = Diámetro o altura, según el tipo de alcantarilla (m)

So = Pendiente del fondo.

L = Longitud de la alcantarilla (m).

n = Coeficiente de Manning.

Una vez obtenido el pre dimensionamiento de la alcantarilla se procede a comparar el caudal máximo con el caudal de aportación obtenido con el método racional para estimación de escorrentía superficial.

Estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente **c (coeficiente escorrentía)** estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas de área menor a 10Km2.

$$Q = 0.278 * c * i * A$$

Ecuación V - 2

Donde:

Q = Descarga máxima de diseño (m3/s)

c = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

A = Área de la cuenda de drenaje (Km2)

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El valor del coeficiente de escorrentía se establecerá de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cursos interceptan el alineamiento de la carretera en estudio. En virtud a ello, los coeficientes de escorrentía variarán según dichas características.

Tabla LXIII. Valores del coeficiente de escorrentía

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual De Hidrología, Hidráulica, Ministerio De Transporte Y Comunicaciones, Perú

INTENSIDAD DE LLUVIA

Para hallar la intensidad de lluvia se usa relaciones matemáticas empíricas entre la intensidad de la precipitación, su duración y la frecuencia. En base a modelos estadísticos ya realizados en la provincia de Santa Elena, se tiene que la estación Pluviométrica más cercana es la de la estación El azúcar a una distancia de 11.65

Km del centro del proyecto, la cual se tendrá en cuenta en la estimación de la intensidad para el proyecto.

La ecuación es determinada mediante la Tabla LXIV, en función del periodo de retorno.

Tabla LXIV. Ecuaciones pluviométricas para el cálculo de la intensidad de lluvia

Tr	Ecuaciones Pluviométricas	
(años)	5 min < t < 52min	52 min < t < 1440 min
2	$I = 71{,}868\ t^{-0{,}304}$ R=0,9934	$I = 430{,}417\ t^{-0{,}756}$ R=0,9974
5	$I = 121{,}140\ t^{-0{,}304}$ R=0,9934	$I = 731{,}356\ t^{-0{,}760}$ R=0,9965
10	$I = 153{,}763\ t^{-0{,}304}$ R=0,9934	$I = 934{,}148\ t^{-0{,}762}$ R=0,9955
25	$I = 194{,}981\ t^{-0{,}304}$ R=0,9934	$I = 1192{,}224\ t^{-0{,}764}$ R=0,9945
50	$I = 225{,}559\ t^{-0{,}304}$ R=0,9934	$I = 1388{,}855\ t^{-0{,}767}$ R=0,9935
100	$I = 255{,}912\ t^{-0{,}304}$ R=0,9934	$I = 1585{,}717\ t^{-0{,}769}$ 0,9934

Fuente: Tesis De Grado, Prediseño De La Presa De Materiales Sueltos Pedregalito En El Sector La Aguadita En La Provincia De Santa Elena. Jorge Enrique Herbozo León 2012-2013. Guayaquil.

Donde t es el tiempo de concentración, que es el tiempo que le toma a la primera gota de agua recorrer la longitud desde el punto más lejano hasta el punto de desfogue de la cuenca. Además, se usará la ecuación de periodo de retorno de 100 años para estimar la intensidad de lluvia.

Existen muchas formas de conseguir el tiempo de concentración mediante fórmulas empíricas, en este caso se emplea la ecuación del Bureau of Reclamation.

$$\boldsymbol{Tc = 0.9545 * (\frac{L^3}{H})^{0.385}}$$

Ecuación V - 3

Dónde:

Tc = Tiempo de concentración

L = Longitud del cauce principal

H = Diferencia de elevación entre el punto más lejano y la salida de la cuenca, en m.

5.3.3.1 Cabezales

Los cabezales son muros que se construyen a la entrada y la salida de las alcantarillas, para cumplir con las siguientes funciones:

- Evitar la erosión alrededor de la misma.
- Evitar los movimientos horizontales y verticales de los tubos.
- Guiar la corriente.
- Permitir un mayor ancho de la vía y por ende, ofrecer mayor seguridad para el conductor.

Las dimensiones de los cabezales deben ser tales que impidan el deslizamiento de los taludes inmediatos hacia el canal de la corriente. Los cabezales recomendados en este proyecto son de concreto reforzado.

Los cabezales para tuberías circulares están en función de su diámetro. Normalmente en este tipo de obras civiles la cantidad de materiales es la que se indican en la Tabla LXV, para diferentes diámetros comerciales.

Tabla LXV. Volumen de hormigón y cantidad de hierro por cabezal

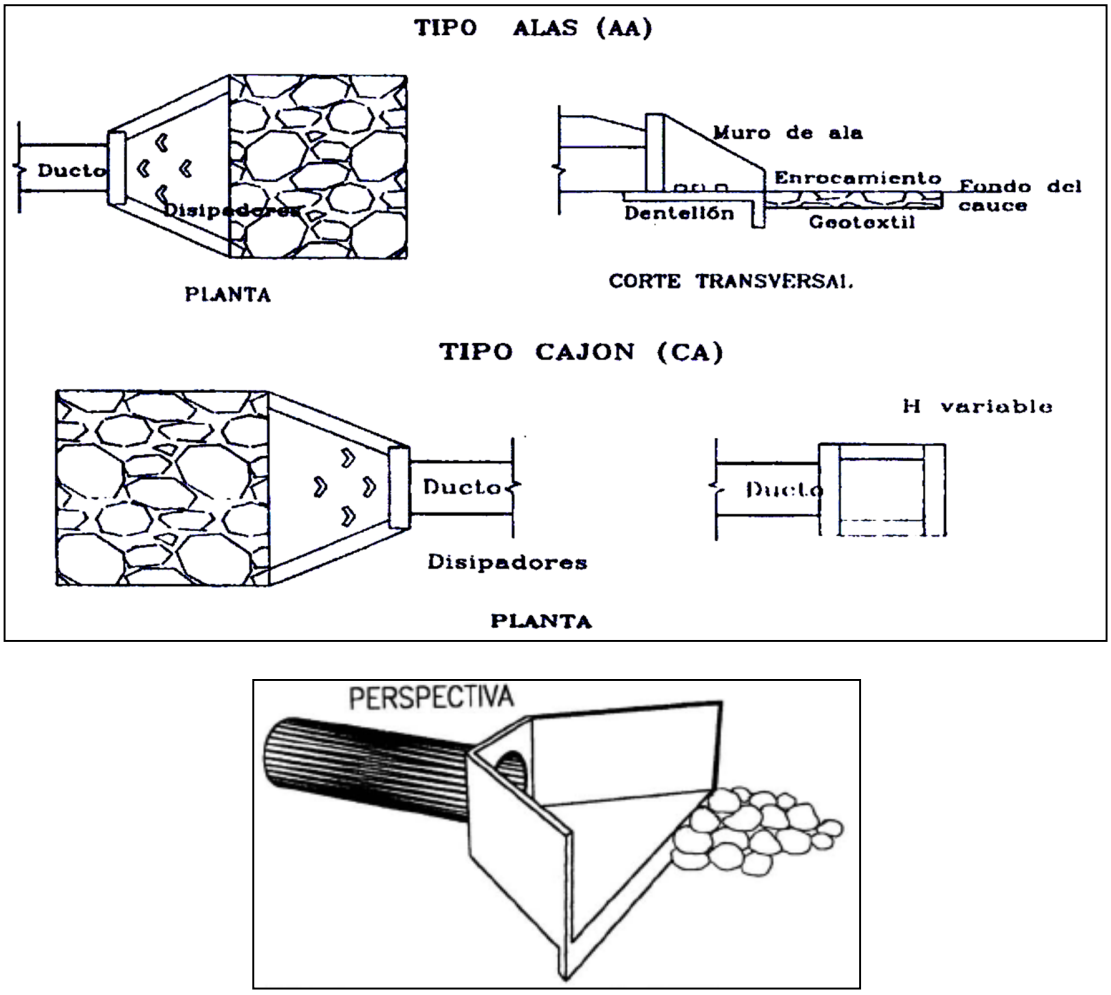
Cabezal para tuberías circulares (m)								
Ø Nominal	**1,00**	**1,20**	**1,50**	**1,60**	**1,80**	**2,00**	**2,20**	**2,40**
Volumen Hormigón (m³)	3.2	3.8	4.2	4.8	5.4	6	7	7.5
Acero refuerzo 14mm (kg)	48	57	63	72	81	90	105	112.5

Fuente: [5]

5.3.3.2 Entrada y salida de alcantarillas

Las entradas y salidas de las alcantarillas presentan una estructura en forma de cajón o de alas dependiendo el tipo de estructura, formadas por dos paredes laterales con fondo, algunas veces están compuestas con tapas cuando ocasionalmente presentan rellenos. A continuación, en la Ilustración 5.7 se presenta los diferentes tipos de entradas y salidas.

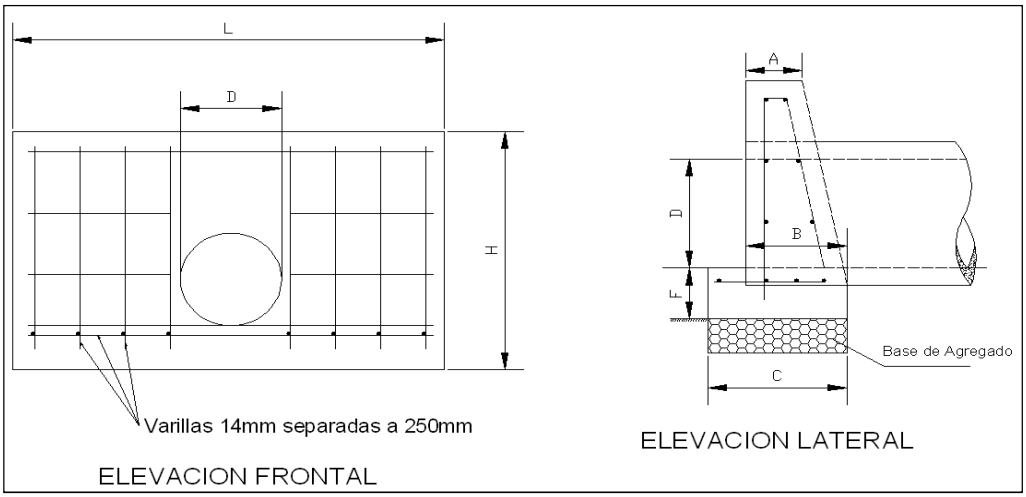
Ilustración 5.7. Esquema de tipos de entradas y salidas de alcantarillas



Fuente: [5]

Los muros de entrada y salida han sido diseñados en forma de alas, en algunos casos cuando los caudales y las velocidades presentes son considerables se recomienda entradas y salidas en forma de Alas con estructura de disipación, la forma general de estas estructuras se presenta en la Ilustración V-8:

Ilustración 5.8. Esquema de las estructuras de entrada y salida



Fuente: [5]

Empleando los criterios de diseño para este tipo de obras y recomendaciones técnicas, las dimensiones determinadas para este componente están en función directa del diámetro de la alcantarilla, cuyos resultados para varios diámetros de tuberías son los presentados en la Tabla LXVI.

Tabla LXVI. Dimensionamiento de las estructuras de entrada y salida en forma de alas

Cabezal para tuberías circulares (m)								
Nominal	**1,00**	**1,20**	**1,50**	**1,60**	**1,80**	**2,00**	**2,20**	**2,40**
A	0,35	0,38	0,38	0,40	0,42	0,45	0,48	0,50
B	0,75	0,85	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40
C	1,00	1,10	1,15	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60
D	1,15	1,30	1,40	1,50	1,60	1,80	2,00	2,20
F	0,25	0,28	0,28	0,30	0,32	0,33	0,35	0,38
H	1,80	2,00	2,10	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00
L	5,00	5,60	6,00	6,30	7,10	8,00	8,60	9,40

Fuente: [5]

5.3.4 Canales de intercepción

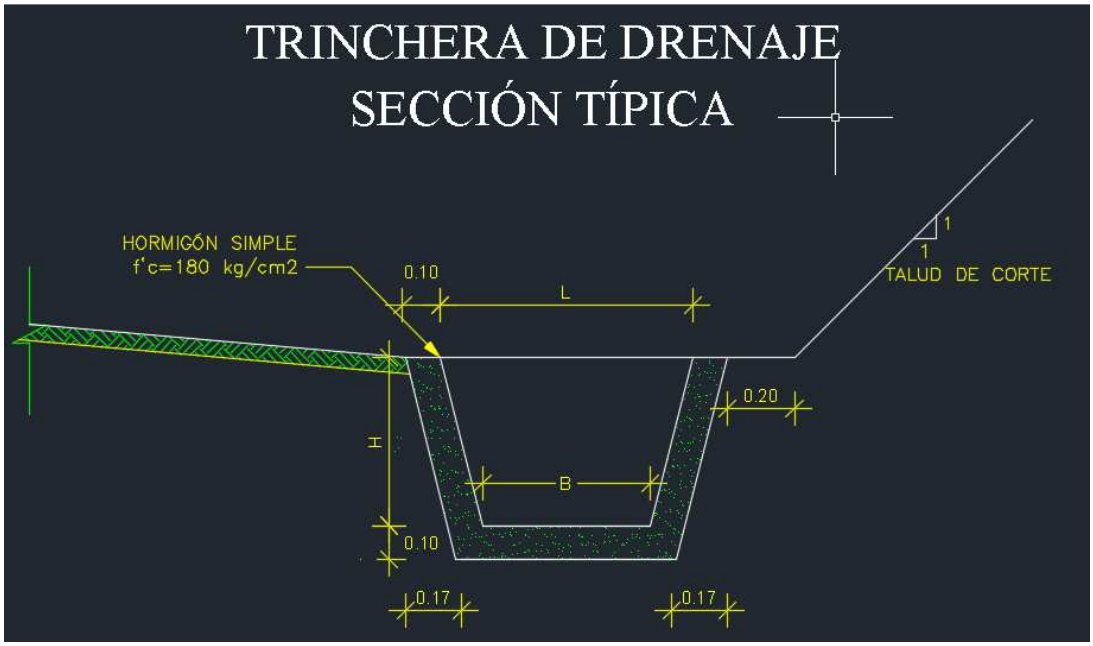
En terrenos sensiblemente planos o en cortes de talud, en los cuales el escurrimiento es directo a la carretera y no existen cauces definidos es necesario construir canales que intercepten el agua antes de que esta llegue al camino y la conduzcan a sitios elegidos con anticipación, en los que se pueda construir una obra transversal o alcantarilla para aliviar el escurrimiento generado.

Es común en la práctica colocar canales de intercepción independientemente de las cunetas que trasportaran el caudal de escurrimiento de la calzada y más aún si se trata de una vía de primer orden. La forma geométrica del canal dependerá del

caudal máximo reportado de escurrimiento directo de los taludes o áreas de drenaje directo a la carretera que se indica en el estudio de hidrología. El aporte en uno de los sitios con las condiciones más desfavorables se estima un caudal de aporte de 1100 l/s.

La forma geométrica que se propone una serie de secciones según el caudal recogido por escurrimiento en la cuenca de drenaje que permitirá la evacuación de los caudales máximos esperados debido a estas áreas de aporte directas. Un esquema de los canales se presenta en la Ilustración V – 9.

Ilustración 5.9. Sección típica de la cuneta



Fuente: Elaboración Propia

Estos canales interceptores se verificaron en salidas de campo de tal manera de asegurar que los tramos con mayor influencia de escurrimiento directo ya sea por área de drenaje o por cortes en taludes sean conducidos de manera segura hacia la alcantarilla y no afecte a la carretera. En la Tabla LXVII se indican los tramos con necesidad de un canal de intercepción. Este canal será de hormigón, de paredes y base de 0.10m, con malla electro soldada R86 al centro, mayor detalle se indica en los planos correspondientes

Tabla LXVII. Tramos con necesidad de un canal de intercepción

TRAMOS	***ABSCISA***		***LONG.*** *(m)*
TRINCHERA-1	3+975.00	4+140.00	215.00
TRINCHERA-2	7+500.00	8+000.00	520.00
TRINCHERA-3	8+100.00	8+553.57	494.00

Fuente: Elaboración propia

5.3.5 Protecciones a la salida de alcantarillas

En el presente proyecto existen varias alcantarillas que requieren protección a la salida, el recorrido de campo de inspección por cada estructura de drenaje permitió establecer los sitios en los cuales se requiere de esta protección.

Se han establecido dos tipos de protección dependiendo de las condiciones de flujo en la alcantarilla, por un lado, se recomienda protección tipo colchón reno en alcantarillas susceptibles a la erosión y caudales moderados y por otras escaleras disipadoras cuando la pendiente de la alcantarilla es alta (e= 5%) con presencia de caudales importantes para controlar posibles erosiones laterales.

A continuación, se describe brevemente este tipo de protecciones consideradas en el estudio.

5.3.5.1 Gabión y Colchón Reno

Los gaviones y colchones Reno se presentan como soluciones ideales para esta necesidad. Protegen el terreno natural de eventuales erosiones de los cabezales (aguas arriba y abajo) de las alcantarillas provocadas por el agua y, si es necesario, se adaptan a eventuales asentamientos del suelo de apoyo.

Las salidas de alcantarillas necesitan de protección contra la erosión provocada por el flujo de agua. Los gaviones y colchones Reno son de construcción simple, rápida y se adaptan a cualquier geometría estructural. Además de eso son flexibles y de funcionamiento inmediato.

Cuando un curso de agua encuentra una alcantarilla, una construcción o un estrechamiento del canal, las condiciones del flujo cambian y se vuelve más erosivo. Cuando esto ocurre, la erosión se enfocará donde el flujo entra y sale de la estructura. Esta erosión puede ser limitada si se colocan colchones Reno o gaviones.

Las ventajas del uso de gaviones o colchones Reno para estas aplicaciones son:

- Instalación sencilla aún en los lugares con difícil acceso
- Posibilidad de encontrar material para el llenado en el lugar
- Flexibilidad
- Las piezas pueden ser fácilmente ensambladas en el sitio aún en condiciones adversas.
- Fácil mantenimiento

Los revestimientos de gaviones reno se apoyan directamente sobre el terreno que tendrán que proteger, es necesario, por lo tanto, que el terreno sea suficientemente estable y su inclinación adecuada para prevenir el deslizamiento de la obra.

En los taludes suelen ir colocados en sentido transversal al curso del agua, es decir, en la dirección de la máxima inclinación de las orillas, aunque es más conveniente

colocarlos longitudinalmente sobre toda la sección del curso de agua cuando esta presenta una gran velocidad. Por la menor dimensión de la piedra utilizada en los colchones reno, la velocidad del agua que afecta significativamente al material del fondo es menor, por lo tanto, aumenta la protección utilizando este sistema. La Tabla LXVIII indica las medidas tipicas empleadas de colchones Reno.

Tabla LXVIII. Medidas típicas de colchones reno

Longitud (m)	***Ancho (m)***	***Altura (m)***	***Volumen (m^3)***
4.00	2.00	0.17	1.36
5.00	2.00	0.17	0.17
6.00	2.00	0.17	0.17
4.00	2.00	0.23	1.84
5.00	2.00	0.23	2.30
6.00	2.00	0.23	2.76
4.00	2.00	0.30	2.40
5.00	2.00	0.30	3.00
6.00	2.00	0.30	3.60

Fuente: [5]

En funcion de la pendiente de la salida, el equipo consultor definió unas alturas para el colchón Reno, cuyos criterios se indican en la Tabla LXIX.

Tabla LXIX. Alturas del colchón reno en función de la pendiente

Pendiente	***Altura Grada***
(%)	**(m)**
<23%	0.23
40% - 60%	0.3
60% - 80%	0.4
70% - 80%	0.5
> 80%	0.6

Fuente: [5]

En el tramo Sacachún - La cienega, la geomorfología del terreno tiene pendientes medias en los tramos donde se alzan colinas; considerando un desnivel entre la salida y el cauce natural receptor se recomienda el uso de pequeños disipadores de energia tipo colchon reno con gaviones a la salida de varias de las alcantarillas especificamente en las que se indican a continuacion en la Tabla LXX.

Tabla LXX. Ubicación de salida tipo colchón reno

	2+004.54
ABSCISAS DE LAS ALCANTARILLAS QUE REQUIEREN PROTECCIÓN TIPO COLCHÓN RENO A LA SALIDA	4+280.00
	7+005.47
	7+500.34
	8+040.00

Fuente: Elaboración Propia

5.4 Resumen del sistema de drenaje

Tabla LXXI. Resumen del sistema de drenaje para la carretera Sacachún – La Ciénega

TRAMOS	ABSCISA		LONG.	Demanda Q_d l/s	CAPACID. Q_{lleno} l/s
ALCANTARILLA 1	2+004.54		16.10	1,860.63	3,390.7
ALCANTARILLA 2	4+280.00		16.09	2,122.74	3,390.7
ALCANTARILLA 3	7+005.47		16.07	287.87	792.1
ALCANTARILLA 4	7+502.79		15.84	802.10	1,574.4
ALCANTARILLA 5	8+040.00		15.00	2,224.44	3,390.7
TRINCHERA-1	3+975.00	4+140.00	215.00	1,151.47	1,401.3
TRINCHERA-2	7+500.00	8+000.00	520.00	802.10	1,021.2

Fuente: Elaboracion Propia

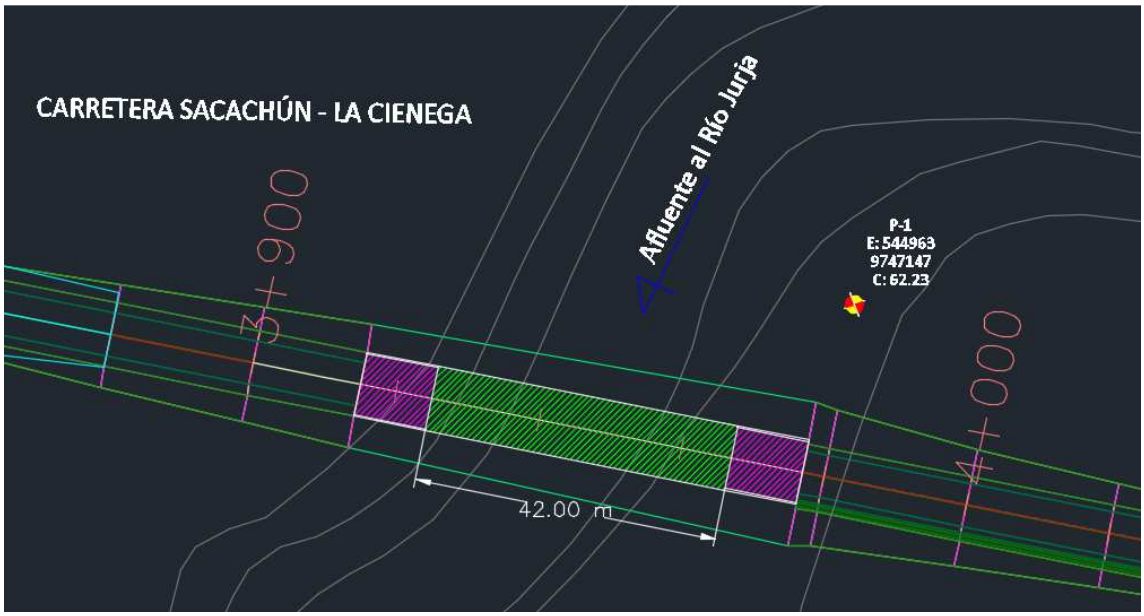
CAPÍTULO VI

DISEÑO DE PUENTE

6.1 Descripción general del sitio

De acuedo al proyecto planteado del diseño de la carretera Sacachún-La Cienega, se debe disponer de un puente para el correcto funcionamiento de la carretera, el cual tiene las siguientes coordenadas E 564940.97 y N 9747130.52; region en que el Río Jurja se establece, teniendo 2.05 m de profundidad.

Ilustración 6.1. Ubicación topográfica del puente en la carretera Sacachún – La Ciénega



Fuente: Elaboracion Propia

Para establecer correctamente la ubicación exacta del inicio y fin del puente, se utilizó la topografía descrita previamente en el Capítulo I y la proyección de la vía descrita en el Capítulo III, en que se puede notar la presencia del río, para esto se decide proyectar el puente entre las abscisas 3+925.00 hasta 3+967.00.

En el sitio donde se va a proyectar el puente existe vegetación, que generalmente permanece seca durante los meses de mayo hasta noviembre, mientras que en los meses del año que restan se aprecia un crecimiento considerable en la vegetación,

al igual que el nivel del río, que según datos de los moradores ha llegado a tener una altura aproximada de 2.00 m medidos desde el fondo del lecho del río.

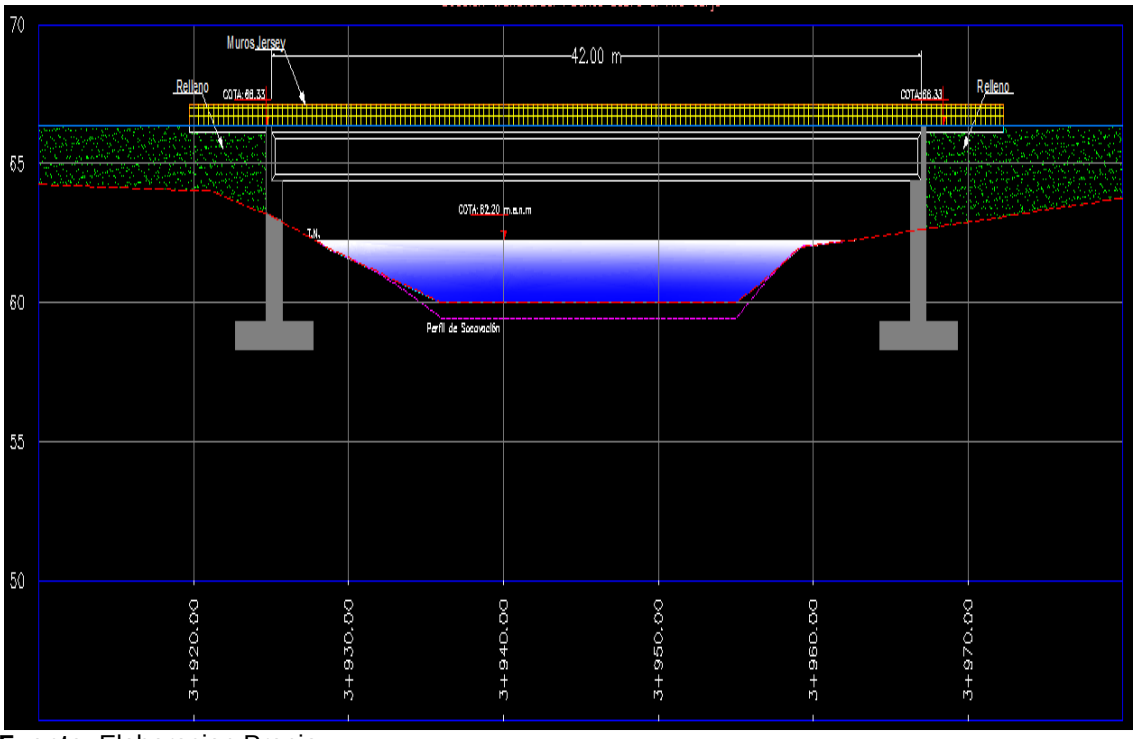
6.2 Estudio de tráfico

El estudio de tráfico será el mismo previamente descrito en el Capítulo II, siendo el tránsito por medio anual considerado de:

TPDA= 349 vehículos

6.3 Descripción del puente

Ilustración 6.2. Sección longitudinal del distribuidor de tráfico



Fuente: Elaboracion Propia

El puente constara de 2 carriles de circulación. El ancho de carril es de 3.05 m, el mismo que es establecido por las normas del MTOP y se dejara un espaldón de 1.05 m para evitar acumulación de tránsito en la longitud del puente.

La longitud aproximada del puente será de 42.00 m, debido a que el ancho del cauce del rio es aproximadamente de 30.00 m, siendo los respectivos 3.00 m una longitud suficiente para alejar los estribos del puente, evitando ser expuestos efectos de socavación.

Las barandas que se utilizarán en el distribuidor de tráfico son barandas tipo New Jersey de 0,40 metros de ancho.

Las vigas del puente serán de hormigón preforzado, con f´c = 350 Kg/cm2, con un total de 4 vigas, siendo separadas entre ejes 2.40 m

El ancho total de calzada del puente es de 8.20 metros.

El Gálibo mínimo establecido para el proyecto es de 1 metro, con el propósito de evitar que, en una crecida del río, los escombros que arrastra no golpeen la superestructura.

Las pendientes de subida y bajada del puente son del 0% de acuerdo a las normas del MTOP con una velocidad de diseño de 50 km/h.

6.3.1 Descripción de la estructura

6.3.1.1 Cargas Aplicadas

Según AAHSTO LRFD 2012 [A3.3.2], las cargas se dividen en dos grupos:

CARGAS PERMANENTES

- DC (Carga muerta de componentes estructurales y colgados no estructurados)
- DW (Carga muerta de carpeta asfáltica y de servicio de utilidad pública
- EH (Carga de empuje horizontal de tierras)
- ES (Sobrecarga de tierra)
- EV (Presión vertical debido a relleno)

Tabla LXXII. Cargas permanente DC y DW

Losa e=18cm	**0.432 Ton/m2**	
Chaflanes	0.04 Ton/m2	
	Wdc	0.472 Ton/m2
	qdc	0.472 Ton/m
Asfalto e=50mm	**qdw**	0.110 Ton/m2

Fuente: Elaboración Propia

CARGAS TRANSITORIAS:

- IM (Carga dinámica vehicular)
- LL (Carga viva vehicular)

Tabla LXXIII. Carga transitoria EQ

Carga Viva de Diseño **HL-93**

Camión de Diseño	HS 20-44	18,15 Ton
Carril de Diseño		0,952 Ton/m

Fuente: Elaboración Propia

6.3.1.2 Combinaciones de carga

De acuerdo a la tabla 3.4.1-1 de AASHTO LRFD 2012 estipula que las combinaciones de cargas debido a los diferentes estados límites son los siguientes:

Estado límite de Resistencia I

1. $\mathbf{1.25}\boldsymbol{DC} + \mathbf{1.50}\boldsymbol{DW} + \mathbf{1.75}\ (\boldsymbol{L} + \boldsymbol{I})$

Ecuación VI - 1

Estado límite de Evento Extremo I

2. $\mathbf{1.25}\boldsymbol{DC} + \mathbf{1.50}\boldsymbol{DW}$

Ecuación VI - 2

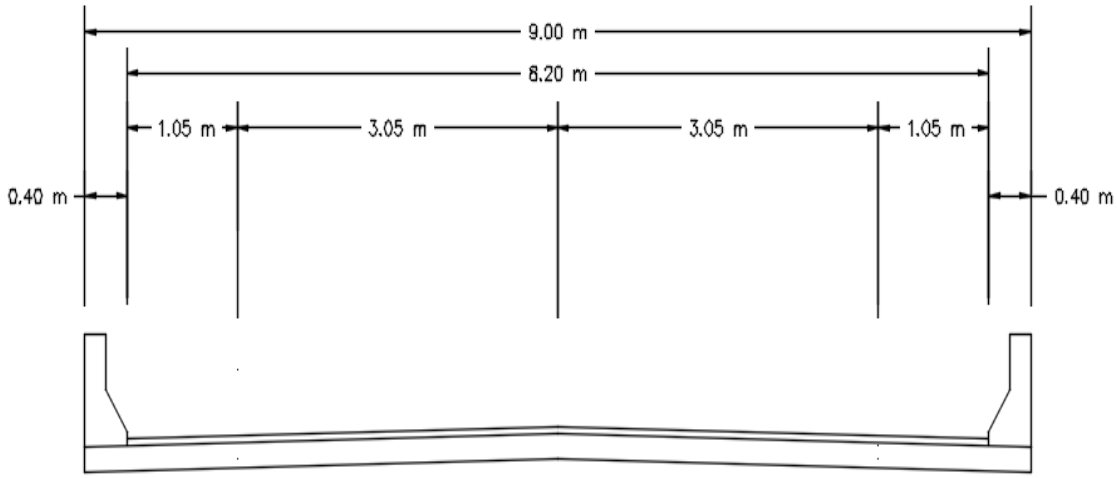
6.3.1.3 Superestructura del puente

Para el diseño de todos los elementos estructurales como Losa, Viga, y Estribos se utilizaron las normas para diseño de AASHTO LRFD 2012, además de las normas para acero de ACI 2011. Se utilizó para los diseños, los estados límites de Resistencia I y estado límite de evento extremo I.

LOSA DE TABLERO DEL PUENTE

La losa del tablero es de hormigón armado con una resistencia de f'c =350 Kg/cm2, la cual tiene un espesor de 18 cm. La losa fue diseñada para soportar cargas vehiculares, las barreras New Jerseys, una capa de desgaste de asfalto de 5 cm de espesor, además del peso propio de la losa.

Ilustración 6.3. Sección transversal de losa



Fuente: Elaboración Propia

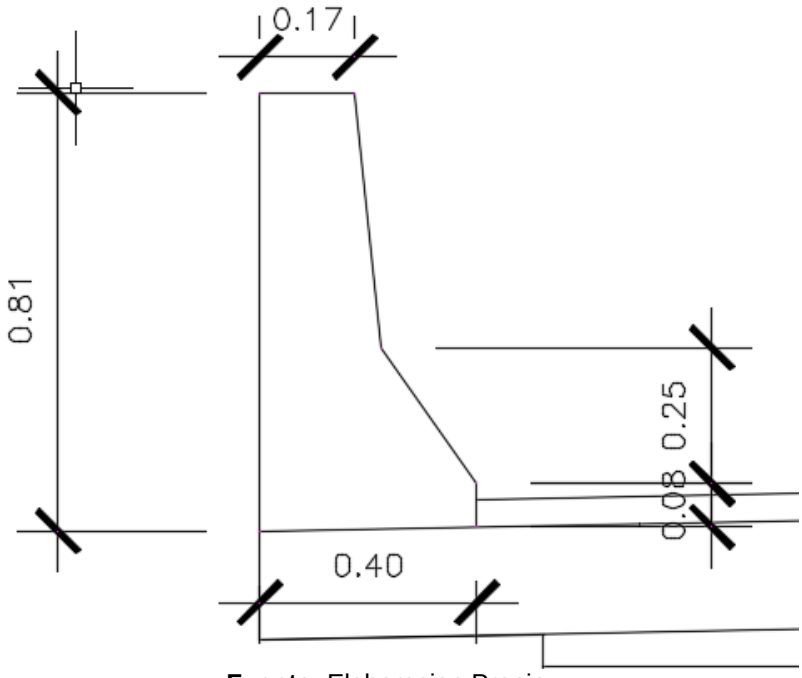
BARRERA NEW JERSEYS

Las barreras que serán colocadas en los extremos del puente son barreras tipos Jerseys. Estas barreras son de concreto, las cuales sirven para en el caso de una colisión vehicular redirigen el vehículo de una manera controlada. El perfil de la barrera New Jerseys está compuesto por tres tramos. El tramo inferior es un plano vertical con una altura de 75 mm medidos a partir del nivel de la rasante. El tramo intermedio es un plano de transición localizado inmediatamente sobre el tramo vertical, tiene una inclinación de 55° con respecto a la horizontal, y unas proyecciones de 250 mm sobre la vertical y de 175 mm sobre la horizontal.

El tramo superior es un plano que tiene una inclinación de 840 con respecto a la horizontal y se prolonga hasta completar los 800mm de altura de la barrera sobre el nivel de la rasante.

El ancho inferior de la barrera New Jersey es de 40 cm.

Ilustración 6.4. Sección de barrera New Jerseys



Fuente: Elaboracion Propia

DRENAJES

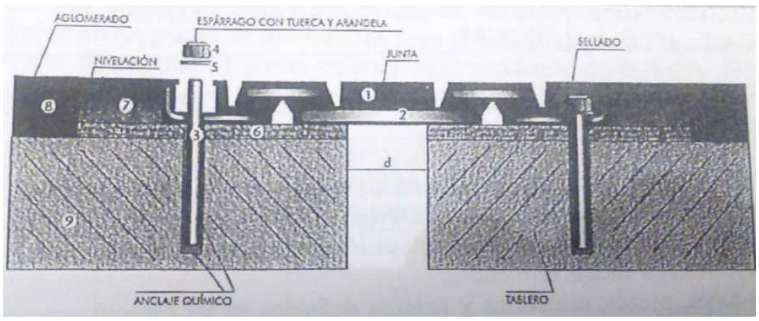
El puente contará con drenajes verticales de material de PVC de 4” de diámetro, ubicados cada 10 metros a lo largo de la longitud del puente, a 10 cm de las barreras New Jerseys.

La función de estos drenajes es evacuar las aguas lluvias inmediatamente a través de estos tubos de PVC.

JUNTAS

Las Juntas de expansión que se utilizarán en el proyecto serán de tipo Neoflex, las cuales son juntas elastoméricas diseñadas para absorber los movimientos de estructuras de hormigón. Estas juntas aseguran que los movimientos totales de los puentes sean proyectados sobre las juntas sin deteriorar los elementos estructurales; dan continuidad a la banda de rodadura del puente, haciendo el tráfico más silencioso y cómodo; son impermeables y evacúan el agua del tablero de forma rápida y segura.

Ilustración 6.5. Junta de expansión tipo Neoflex



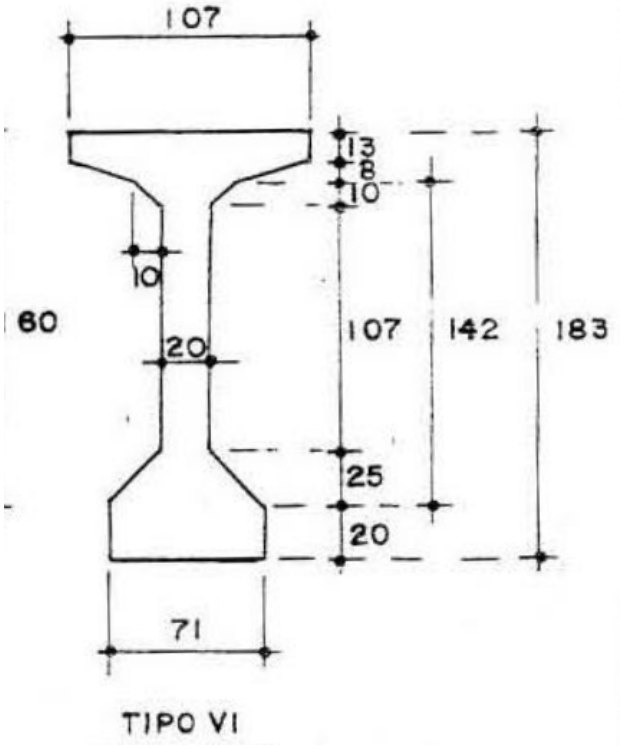
Fuente: AASHTO LRFD 2012

VIGA DE HORMIGÓN PRESFORSADO

La viga será de hormigón de alta resistencia igual a f'c de 350 kg/cm2. Estará armada con torones de ½" de clase 270 ksi, además de acero de refuerzo convencional de fy de 4200 kg/cm2. La viga pretensada fue diseñada para soportar las cargas vehiculares, el peso de la losa, de la capa de desgaste, barreras New Jerseys, además del peso propio de la viga.

La viga que se seleccionó fue una viga AASHTO tipo VI de una longitud de 42 metros. En el tramo de 42 metros, hay 4 vigas que soportan el tablero. En los planos se detalla el armado transversal y longitudinal de la viga pretensada.

Ilustración 6.6. Sección transversal de la viga AASHTO Tipo VI (unidades dadas en cm)

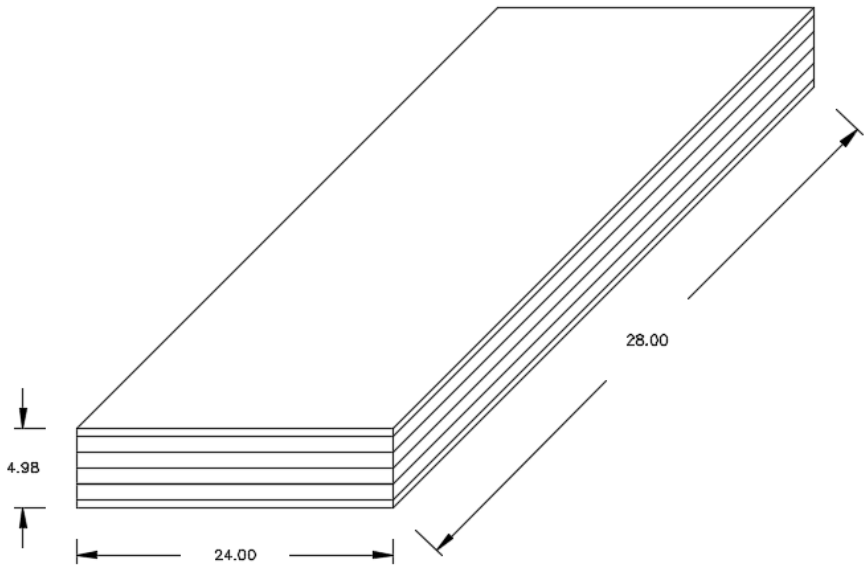


Fuente: AASHTO LRFD 2012

APOYOS

Las vigas pretensadas estarán apoyadas sobre unos apoyos de elastómeros, los cuales son de material sintético que será neopreno. Estos apoyos permiten translaciones y rotaciones, además de ser flexibles en cortante y rígidos para los cambios volumétricos, y en compresión se expanden lateralmente. A continuación, se muestra el detalle del apoyo de Neopreno.

Ilustración 6.7. Apoyo elastoméricos de neopreno



Fuente: Elaboracion Propia

DIAFRAGMA

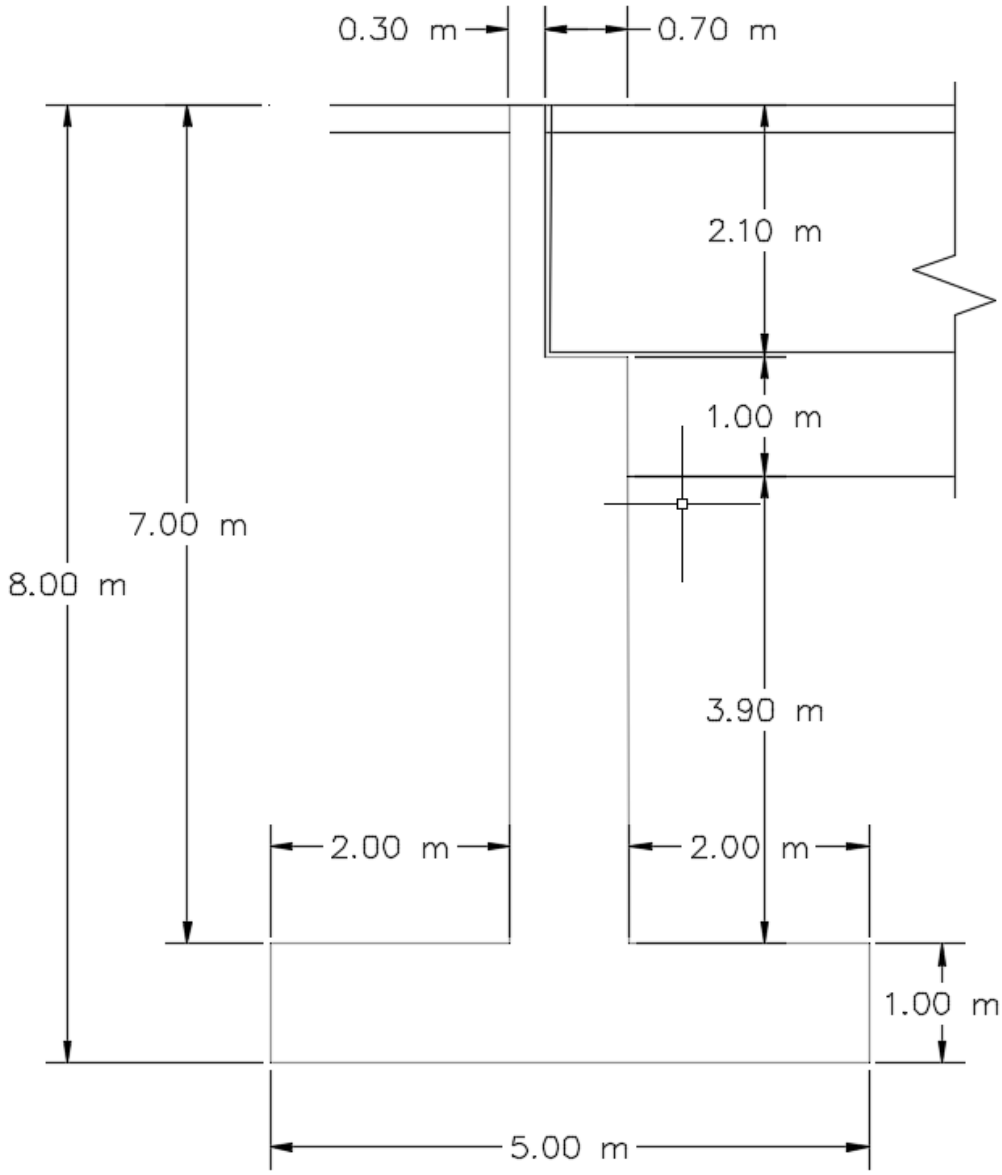
El diafragma es una estructura de enlace entre las vigas pretensadas, la cual permite que las vigas pretensadas trabajen como unidad. Estos diafragmas son de hormigón armado, con una resistencia f'c de 350 kg/cm2.

6.3.1.4 Subestructura

ESTRIBOS

El estribo es un elemento estructural que soporta el tablero del puente, además de mantener la disposición de la tierra, de unir la estructura a la vía existente. Está diseñada para soportar la carga del peso del tablero, el peso propio de la estructura, la carga sísmica, además de los empujes generados por el suelo. El material del estribo es de hormigón f'c de 350 kg/cm2, y acero de refuerzo convencional de 4200 kg/cm2. El estribo está constituido por dos muros de acompañamiento. En el plano se detalla las dimensiones y detalles.

Ilustración 6.8. Sección transversal de estribo

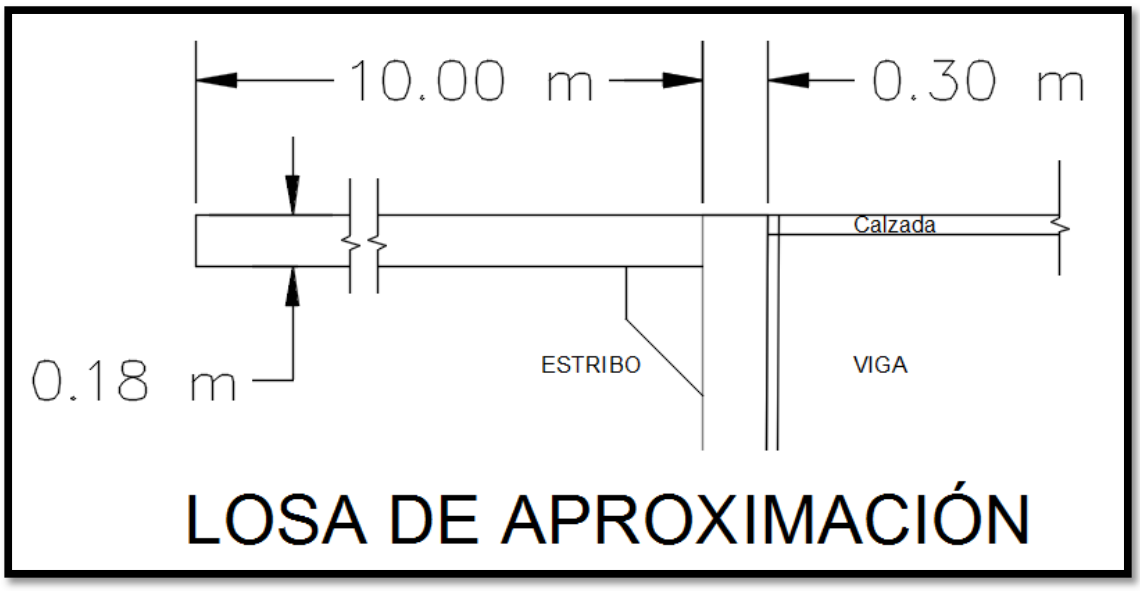


Fuente: Elaboracion Propia

LOSA DE ACCESO

La losa de acceso es una transición entre el puente y el terraplén de la vía, la cual tiene la función de suavizar los posibles asentamientos diferenciales originados en el relleno del acceso. El espesor de la losa de acceso que se consideró es de 10 cm. La losa de acceso es de material de hormigón f'c de 350 kg/cm2.

Ilustración 6.9. Detalle de losa de aproximación



Fuente: Elaboracion Propia

6.4 Estudio de cimentación

6.4.1 Perforaciones

Entre el 15 y el 20 de mayo del 2016 la Empresa consultora Consulnac Cia Ltda. efectuó la perforación P-19 de un estudio de suelo de pre factibilidad de la represa la Ciénega en las coordenadas 544963 E 9747147 N, cuya altura sobre el nivel del mar es 62.23 m.s.n.m. Dicha perforación se encuentra a una distancia de 25 m aproximadamente de la ubicación del estribo sur del puente que se va a proyectar.

Dado a que no se tiene más información del suelo local, la perforación se tomara en cuenta para las dimensiones de ambos estribos del puente.

Las perforaciones fueron realizadas a rotación y lavado, con perforadoras Simco modelo 2400, teniendo como criterio que se debería profundizar la perforación, mínimo el ancho de la zapata y un máximo de dos veces el ancho del mismo, que es la profundidad donde se transmiten hasta un 10% de los esfuerzos inducidos (American Society of Civil Engineers, 1972). Para este caso se tiene que la profundidad de la perforación es de 20 m, so suficiente para conocer las propiedades del suelo.

Para muestrear se utilizaron tubos shelbys en los suelos cohesivos blandos, y el tomamuestras de cuchara partida (ensayo de penetración estándar SPT, norma ASTM-D1586) para los suelos granulares o para los suelos cohesivos de consistencias medias duras, duras y rígidas.

El ensayo de penetración estándar consiste en contar el número de golpes que hay que dar al tomamuestras de cuchara partida con un martillo de 140 lb de peso que cae libremente 76 cm para ocasionar que el mismo penetre en el terreno 30 cm. Los números de golpes obtenidos en las perforaciones para cada muestra, pueden ser normalizadas a N60 o (N1)60 donde N60 es el número de golpes corregido al 60% de la energía de caída libre teórica del martillo y (N1)60 es el número de golpes corregido a 1 atmósfera de la sobrecarga de presión y el 60 % de la energía de caída libre teórica del martillo.

La ecuación utilizada para determinar el valor del N60 es la siguiente:

$$\mathbf{N_{60} = C_E \cdot C_B \cdot C_s \cdot C_R \cdot N}$$

Ecuación VI - 3

Donde:

N60 = El número de golpes corregidos al 60 % de la energía de caída libre teórica del Martillo.

NSPT = número de golpes medidos en el campo

CE= factor de corrección de energía del martillo

CB= factor de corrección por diámetro del hueco

CS= factor de corrección del tipo de muestreador

CR = factor de corrección por la longitud de la tubería utilizada

Una de las correcciones más importantes a ser usadas para el NSPT de campo es por la energía liberada del martillo. Teóricamente, un martillo de 140 lb cayendo 30 pulg debería producir 4200 pulg-lbs de energía.

El factor de corrección es definido como:

$$\mathbf{C_E = \frac{E_R}{60}}$$

Ecuación VI - 4

Donde:

CE = factor de corrección de energía del martillo.

ER = Sistema de energía del martillo expresado como un porcentaje de la energía teórica de un martillo de 140 lb cayendo 30 pulg.

Cada tipo de martillo tiene un valor de CE, como se muestra en la Tabla LXXII a continuación:

Tabla LXXIV. Factor de corrección de energía (CE)

TIPO DE MARTILLO	*ER (%)*	*CE*
ANULAR ("Donut")	45	0.75
DE SEGURIDAD	60	1.00
AUTOMATICO	100	1.67

Fuente: (de Seed et al., 1985)

Los factores de corrección utilizados para CB, CS, y CR se muestran en la Tabla LXXV.

Tabla LXXV. Factores de corrección por diámetro del hueco de perforación, por el tipo de muestreador y por la longitud de tubería utilizada

Factor	*Variables de equipos*	*Valor*
Diámetro del hueco, CB	65 – 115 mm	1
	150 mm	1.05
	200 mm	1.15
Muestreador utilizado, CS	Standard	1
	Sin revestimiento	1.20
Longitud de tubería, CR	3 – 4 m	0.75
	4 – 6 m	0.85
	6 – 10 m	0.95
	>10 m	1

Fuente: (Skempton, 1986)

En suelos, lo más común es realizar el ensayo de penetración estándar (SPT). Este ensayo se lo realiza con la finalidad de obtener los parámetros que definen el comportamiento de los materiales granulares, como son el ángulo de fricción (ϕ), y el grado de compacidad; y para los suelos cohesivos, la resistencia al corte no drenado Su, siendo este último menos aproximado.

Las correlaciones utilizadas para obtener el ángulo de fricción de suelos granulares se muestran en la Tabla LXXVI. También se han utilizado las correlaciones entre el número de golpes SPT y la resistencia al esfuerzo cortante no drenado de las arcillas que se muestran en la Tabla LXXVII. Estas ecuaciones fueron obtenidas de artículos técnicos y libros que se citan en la bibliografía.

Tabla LXXVI. Correlaciones utilizadas para obtener valores de ángulo de fricción en suelos granulares

ECUACION	AUTOR	USO
$E = 5.27 * N_{60} + 76 \left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$	Schultze & Menxebach	Para todo tipo de materiales
$E = 0.9 * N_{60} (Mpa)$	Dazinger et al (1998)	Para todo tipo de materiales
$E = 8 * N_{60} \left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$	Meigh y Nixon	Para todo tipo de materiales
$E = 0.32(N_{60} + 15) (Mpa)$	Bowles (1988)	Para todo tipo de materiales

Fuente: Elaboración Propia

Tabla LXXVII. Correlaciones utilizadas para obtener valores de resistencia al esfuerzo cortante no drenado en suelos cohesivos (SU)

ECUACION	AUTOR	USO
$Su(KPa) = 5.124\ N_{60}$	Bowles (1988)	Todo tipo de materiales cohesivos
$Su(KPa) = (6.857 - 0.051P)N_{60}$	Stroud and Butler (1975)	Todo tipo de materiales cohesivos
$Su(KPa) = 7\ N_{60}$	Reese, Touma and O'neill (1976)	Todo tipo de materiales cohesivos
$Su(KPa) = 6\ N_{60}$	Djoehaidi	Todo tipo de materiales cohesivos
$Su(KPa) = 10.5\ N_{60}$	Decourt (1989)	Todo tipo de materiales cohesivos

Fuente: Elaboración Propia

Las hojas estratigráficas muestran la profundidad e identificación de los estratos de suelo y/o rocas meteorizadas encontradas, la ubicación de las muestras que se obtuvieron, los resultados de los ensayos de laboratorio, la posición del nivel de agua subterránea, la manera de avanzar las perforaciones y mantener las paredes de los huecos, y las fechas de inicio y terminación de las perforaciones. Cada vez que el perforador obtuvo una muestra de suelo o roca, ésta fue clasificada visualmente por el ingeniero geotécnico de campo, clasificación que luego fue verificada o corregida de acuerdo con los resultados de laboratorio y el sistema de clasificación de suelos SUCS (norma ASTM-D-2487).

6.4.2 Descripción y caracterización geomecánica del subsuelo.

A manera general y caracterizando el sitio, se observan estratos representativos de espesores variables debido a la topografía del terreno. Las perforaciones P-19, de manera general, tienen la estratigrafía siguiente:

Caracterización geomecánica de la perforación P-19

- El primer estrato está compuesto por una Arcilla de baja plasticidad con arena, de consistencia suave (espesor variable entre 0.75 a 5.00 m), N_{SPT} = 10 Su =60.00 KN/m².

- Como siguiente capa está compuesto por Arcilla de alta plasticidad, de consistencia media (espesor variable de 2.95 a 3.00 m), N_{SPT} =15, Su =110.00 KN/m².

- Por debajo de este estrato se encuentra un suelo cohesivo compuesto por Arcilla de alta plasticidad, de consistencia muy firme (espesor variable entre 2.95 a 3.00 m), NSPT =17 Su =80.00 KN/m².

- Como siguiente capa se encuentra un suelo cohesivo compuesto por Arcilla de alta plasticidad, de consistencia muy firme (espesor variable entre 0.95 a 1.00 m), N_{SPT} =50 Su =315.00 KN/m².

6.4.3 Análisis de capacidad portante y recomendaciones

Las capacidades admisibles recomendadas para las cimentaciones superficiales tienen un factor de seguridad de 3.0 contra una falla potencial de corte del terreno. Para cimentar las zapatas en un estrato competente se analizó el perfil estratigráfico obtenido y se determinó la cota donde las propiedades de los suelos sean idóneas para resistir las cargas provocadas por el peso del puente y las cargas vivas que por el circularán.

Teniendo en consideración lo mencionado en el párrafo anterior, la cota de cimentación seleccionada para ambos estribos es de 58.33 m.s.n.m.

Para obtener el valor de capacidad portante, se utilizó la ecuación de Brinch – Hansen, ya que la ecuación de Terzaghi sólo aplica para condiciones en donde la profundidad de desplante (D_f) es inferior al ancho de la zapata (B). Utilizando la teoría de la capacidad portante de los suelos de Brinch – Hansen para zapatas corridas se puede determinar la capacidad última de los suelos que viene dada por:

$$\boldsymbol{q_{ult} = s_u N_c s_c d_c i_c b_c g_c + \sigma'_{zD} N_d s_d d_d i_d b_d g_d + 0.5 \gamma' B N_b s_b d_b i_b b_b g_b}$$

Ecuación VI - 5

Dónde:

$N_d = e^{\pi \cdot tan\varphi}\left[\tan(45 + {}^{\varphi}/_{2})\right]^2$

$N_c = \frac{N_d - 1}{tan\varphi}$ para φ>0

$N_c = 5.14$ para φ=0

$N_b = 1.5(N_d - 1)tan\varphi$

$\boldsymbol{s_c, s_d, s_b}$= Coeficiente de forma.

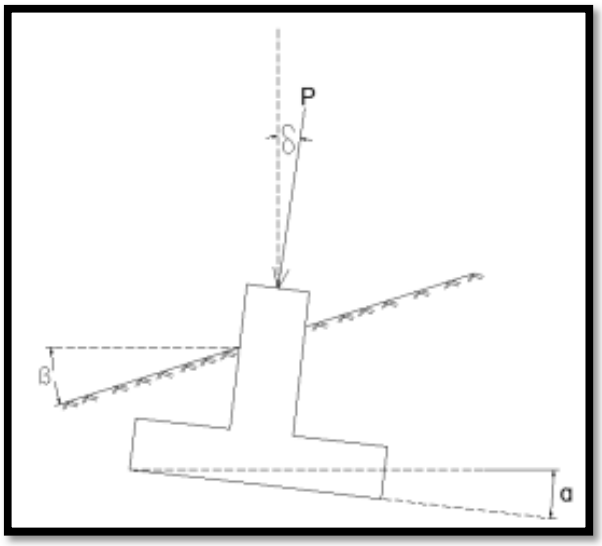
$\boldsymbol{d_c, d_d, d_b}$ = Coeficiente de influencia de la profundidad de desplante de la cimentación.

$\boldsymbol{i_c, i_d, i_b}$ = Coeficiente de inclinación de carga vertical.

$\boldsymbol{b_c, b_d, b_b}$ = Coeficiente de inclinación de la base de la zapata.

$\boldsymbol{b_c, b_d, b_b}$ = Coeficiente de inclinación del talud del terreno natural.

Ilustración 6.10. Consideraciones para ángulo de inclinación de la carga, inclinación de la base e inclinación de talud, para la ecuación de Vésic.



Fuente: [6]

Para los coeficientes de forma de la cimentación, se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$s_c = 1 + 0.2\frac{B}{L}$$

Ecuación VI - 6

$$s_d = 1 + \frac{B}{L}\sin\varphi$$

Ecuación VI - 7

$$\boldsymbol{s_b = 1 - 0.3\frac{B}{L}}$$

Ecuación VI - 8

Cuando el ancho de la zapata es muy inferior a la longitud de la misma, el coeficiente de forma de la cimentación es igual a 1. Este es el caso de las zapatas continuas (zapatas de este puente).

Para los coeficientes de influencia de la profundidad de desplante de la cimentación, se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$d_c = 1 + 0.1\sqrt{\frac{D}{B}}$$

Ecuación VI - 9

$$d_d = 1 + 0.1\sqrt{\frac{D}{B}\sin 2\varphi}$$

Ecuación VI - 10

$$\mathbf{d_b = 1}$$

Para los coeficientes de inclinación de carga vertical, se deben utilizar las siguientes ecuaciones:

$$\mathbf{i_c = i_d = i_b = (1 - \tan \delta)^2}$$

Ecuación VI - 11

δ = Ángulo de desviación de la fuerza resultante con respecto a la dirección vertical. Para los coeficientes de inclinación de carga vertical, cuando la carga actúa en la dirección vertical, los mismos son iguales a 1. Este es el caso de este puente.

Para los coeficientes de inclinación de la base de la cimentación, se deben utilizar las siguientes ecuaciones.

$$b_c = b_d - \frac{(1 - b_d)}{N_c} tan\, \varphi$$

Ecuación VI - 12

$$b_d = (1 - \alpha\, tan\, \varphi)^2$$

Ecuación VI - 13

$$b_d = b_b$$

α = Ángulo de inclinación de la base de cimentación

Para los coeficientes de inclinación de la base de la cimentación, cuando ésta es horizontal, los mismos son iguales a 1. Este también es el caso de este puente.

Para los coeficientes de inclinación del talud del terreno natural, las ecuaciones que se utilizan son las siguientes:

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147°}$$

Ecuación VI - 14

$$g_d = g_b = [1 - 0.5 tan\beta]^5$$

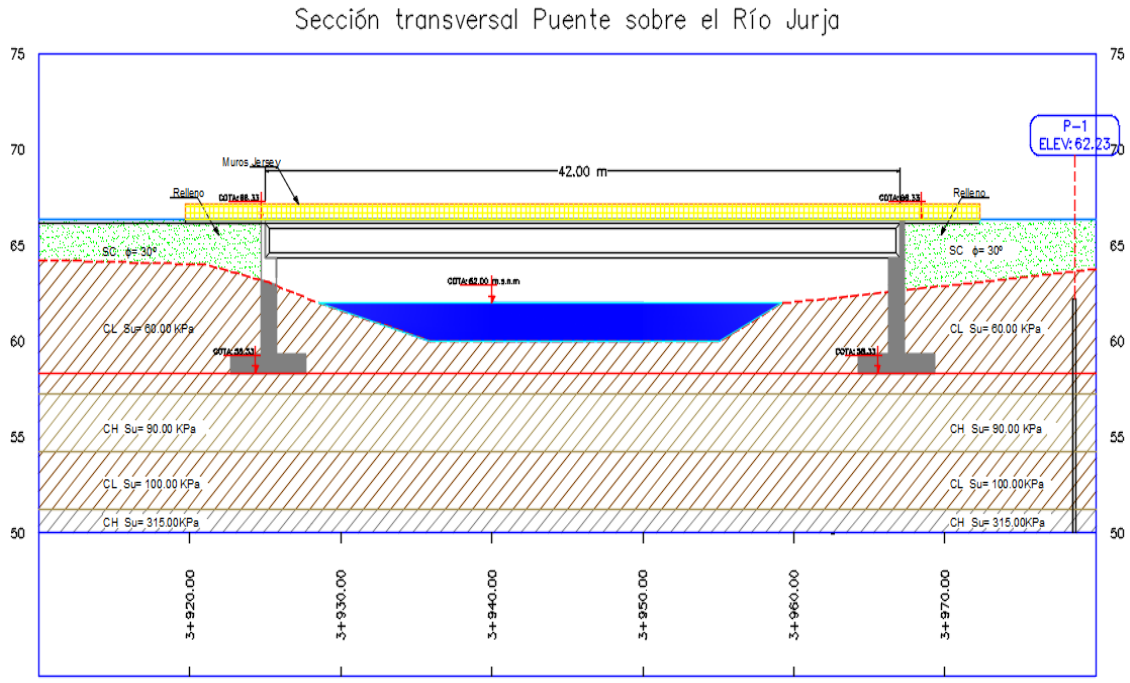
Ecuación VI - 15

β = Ángulo de inclinación del terreno (grados)

En la Ilustración VI – 12, se observa el perfil geotécnico para el estribo derecho e izquierdo, respectivamente. Además, se incluyen los parámetros como el esfuerzo al corte no drenado (S_u) en el caso de suelos cohesivos como Arcillas y Limos, y el ángulo de fricción y N de campo en el caso de suelos granulares como arenas y gravas.

Ligeramente bajo la cimentación de cada estribo, se especifica el valor de la capacidad portante admisible, cuyo cálculo y resultado se desarrolla en este capítulo.

Ilustración 6.11. Perfil geotécnico para el estribo



Fuente: Elaboracion Propia

En la Tabla LXXVIII se muestran los valores adoptados de los parámetros geotécnicos para cada estrato de los estribos derecho y estribo izquierdo, respectivamente. Además, se presentan la descripción de cada uno de los materiales y la profundidad de los mismos. Cabe mencionar que los valores de los parámetros escogidos han sido calculados por correlaciones con el N de campo mediante hojas de cálculo.

Tabla LXXVIII. Propiedades adoptadas para la determinación de la capacidad portante para el estribo derecho e izquierdo

No.	Profundidad (m)		Estrato	□ef	cef	□	□su	□def
	Desde	Hasta		[°]	[kPa]	[kN/m3]	[kN/m3]	[MPa]
1	0.00	5.00	Arcilla de baja plasticidad con arena de consistencia suave	0.00	60	20.00	10.00	7.00
2	5.00	8.00	Arcilla de alta plasticidad arenosa de consistencia media	0.00	90	20.00	10.00	10.00
3	8.00	11.00	Arcilla de baja plasticidad con arena de consistencia media	0.00	100	20.00	10.00	12.00
4	11.00	20.00	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia muy firme	0.00	315	20.00	10.00	29.00

Fuente: Elaboración Propia

En las Tablas LXXIX y LXXX, se muestran los resultados del análisis de capacidad de carga, resumiendo los valores de la capacidad de carga última y admisible para diferentes anchos de zapata escogidos.

Tabla LXXIX. Capacidad de carga última y admisible calculada para la zapata del estribo derecho

	Brinch – Hansen	
Ancho de zapata (m)	**q_{ult}(kPa)**	**q_{adm}(kPa)**
5.0	625.95	158.91

Fuente: Elaboración Propia

Tabla LXXX. Capacidad de carga última y admisible calculada para el estribo izquierdo

	Brinch – Hansen	
Ancho de zapata (m)	**q_{ult}(kPa)**	**q_{adm}(kPa)**
5.0	625.95	158.91

Fuente: Elaboración Propia

6.4.4 Análisis de asentamientos

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

La ecuación para calcular la deformación para el i-ésimo estrato de suelo debajo de la zapata teniendo un espesor h_i, proviene de la definición del módulo de deformación E_{oedi}:

$$s_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{\sigma_{z,i} h_i}{E_{oedi}}$$

Ecuación VI - 16

Dónde:

$\sigma_{z,i}$ = Componente vertical del esfuerzo en la mitad del estrato i.

hi = Espesor del estrato i.

E_{oedi} = Módulo edométrico del estrato i.

El módulo edométrico puede ser determinado a partir del módulo de elasticidad estático (obtenido de las Tablas LXXVIII , LXXIX y LXXX para el estribo derecho, pila central y estribo izquierdo, respectivamente) según se muestra en la siguiente ecuación:

$$E_{oed} = \frac{E_{def}}{\beta}$$

Ecuación VI - 17

$$\beta = 1 - \frac{2\upsilon^2}{1 - \upsilon}$$

Ecuación VI - 18

Donde:

υ = Relación de Poisson.

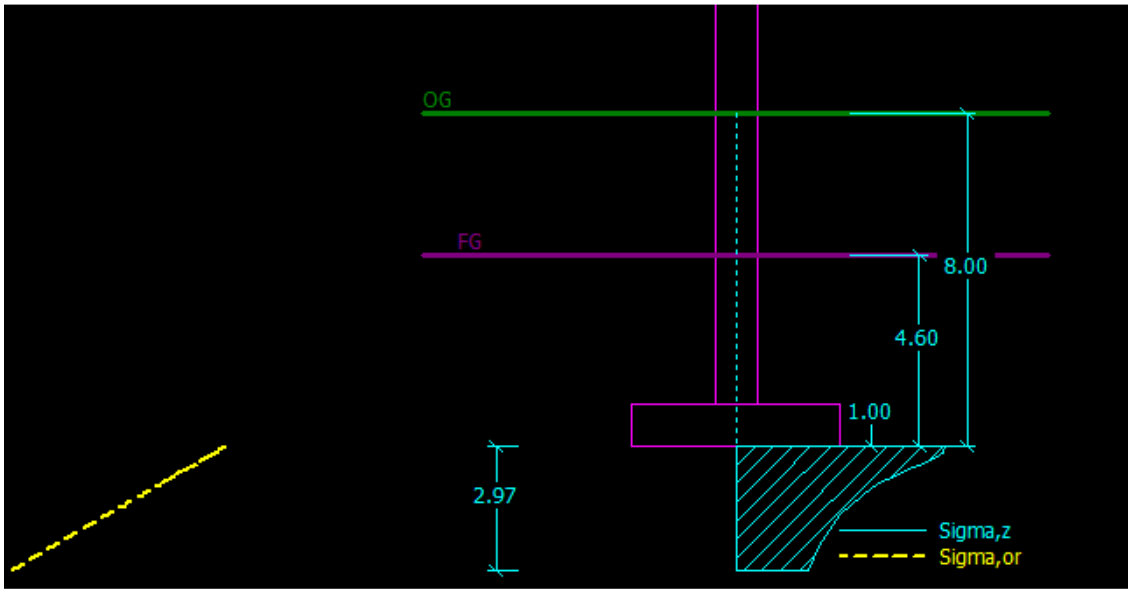
$\mathbf{E_{def}}$ = Módulo de deformación.

La profundidad de influencia de los esfuerzos se calcula como aquella profundidad para la cual el esfuerzo sobrepuesto es el 10% del esfuerzo que descarga la zapata. La profundidad de influencia se muestra calculada por el programa Geo-5 en la Ilustración 6.13 para el estribo derecho e izquierdo.

Para el cálculo de los asentamientos se ha utilizado el programa Geo-5 para cimentaciones superficiales, utilizando el número de golpes N y los parámetros establecidos en la Tabla LXXVIII para el estribo derecho, y el estribo izquierdo. Los

asentamientos se han calculado con una carga axial de 250 Ton que se estima descargará el puente en cada estribo. El perfil de esfuerzos descargados por el puente y disipados en el suelo así como el perfil de esfuerzos efectivos debajo de la cimentación se muestra en la Ilustración 6.13 para el estribo derecho e izquierdo.

Ilustración 6.12. Esfuerzos debajo de la zapata del estribo derecho e izquierdo debidos al peso de descarga y el peso propio de los suelos.



Fuente: Elaboracion Propia

Tabla LXXXI. Asentamiento elástico para el estribo derecho

B(m)	*Asentamiento(mm)*
5	11.70

Fuente: Elaboracion Propia

Tabla LXXXII. Asentamiento elástico para el estribo izquierdo

B(m)	*Asentamiento(mm)*
5	11.70

Fuente: Elaboración Propia

6.5 Estudio de socavación

La socavación es una clase de erosión, que se manifiesta al haber una diferencia entre la capacidad erosiva del agua y la capacidad del material de tierra para resistir dichos efectos.

Para el diseño de puentes es un factor importante ya que los efectos de socavación pueden provocar daños graves a la estructura ya sea por contacto directo o por inestabilidad de taludes próximos.

En el caso de haber elementos que interfieran con el flujo normal del agua, dentro del cauce natural del rio se debe tomar los efectos de la socavación ya que, por la reducción del área hidráulica, provoca un incremento de velocidad de la corriente, por lo tanto, el efecto de socavación del agua sobre el suelo aumenta.

6.5.1 Socavación General

Este fenómeno ocurre cuando el lecho de un río se degrada por los procesos geomorfológicos en el mismo, causados por el paso del agua en el tiempo. Esta clase de socavación se produce cuando la velocidad de flujo del agua es lo suficientemente potente como para desprender los sedimentos del lecho del río causando un incremento de la profundidad del mismo.

6.5.2 Socavación Local

Este fenómeno ocurre cuando existe un cambio brusco en el lecho de un río por la presencia de alguna estructura como puede ser una pila de un puente o un estribo, estructuras que están en contacto directo con el agua.

Debido a que no se cuenta con pilas intermedias y que los estribos están alejados lo suficiente del cauce natural del río, se asume que no existirá socavación local.

6.5.3 Método de LISCHTVAN-LEVEDIEV

Este criterio es uno de los más usados en socavación general. Además, cuenta con una clasificación de los causes de los ríos, indicado en la siguiente tabla:

Ilustración 6.13. Clasificación de cauces de ríos según método de Lischtvan-Levediev

	CAUCE	MATERIAL DE FONDO	DESTRIBUCION DE MATERIALES EN EL FONDO
Socavación General	Definido	Cohesivo	Homogénea Heterogénea
		No cohesivo	Homogénea Heterogénea
	Indefinido	Cohesivo	Homogénea Heterogénea
		No cohesivo	Homogénea Heterogénea

Fuente: (Juarez & Rico, 2003)

Con esta clasificación se elige el caso que se va a estudiar, dado a la información recopilada por parte de la clasificación del suelo local y asumiendo que el cauce es definido por el método racional se escogerá el material de fondo Cohesivo con distribución de materiales de fondo homogénea.

6.5.3.1 Socavación en cauces definidos, para suelos cohesivos con rugosidad uniforme

En el caso de tener suelos arcillosos o limosos, la socavación dependerá del peso volumétrico seco por lo que se usaran las siguientes ecuaciones:

$$\boldsymbol{Hs} = \left(\frac{\propto * \boldsymbol{ho}^{\frac{5}{3}}}{\boldsymbol{0.6} * \boldsymbol{\beta} * \boldsymbol{\mu} * \boldsymbol{\varphi} * \boldsymbol{\gamma s}^{\boldsymbol{1.18}}} \right)^{\frac{1}{1+x}}$$

Ecuación VI - 19

- Para hallar el parámetro $\propto$ se parte de la ecuación de manning:

$$\boldsymbol{Qd} = \left(\frac{\boldsymbol{A}}{\boldsymbol{n}}\right) * (\boldsymbol{R}^{\boldsymbol{0.66}}) * \left(\boldsymbol{S}^{\boldsymbol{0.5}}\right)$$

Ecuación VI - 20

Donde:

Qd = Caudal de diseño [m3 /s]

A = Área hidráulica [m2]

R = Radio hidráulico [m]

S = Pendiente hidráulica, o, pendiente media del río asumiendo flujo uniforme

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

Despejando los parámetros de pendiente y rugosidad (Parámetros de las características hidráulicas) se tiene que:

$$\propto = \left(\frac{\boldsymbol{Qd}}{\boldsymbol{A} * (\boldsymbol{R^{0.66}})}\right) = \left(\frac{(\boldsymbol{S^{0.5}})}{\boldsymbol{n}}\right)$$

Ecuación VI - 21

$$\boldsymbol{R} = \left(\frac{\boldsymbol{A}}{\boldsymbol{P}}\right)$$

Ecuación VI - 22

Donde:

A = Área hidráulica [m2]

P = Perímetro mojado [m]

R = Radio hidráulico [m]

- El coeficiente de frecuencia β esta expresado por la siguiente expresión en base al periodo de retorno especificado (en el caso de estudio Tr=100)

$$\boldsymbol{\beta = 0.7929 + 0.0973\, Log(Tr)}$$

Ecuación VI - 23

- El factor de corrección por contracción de cause μ está dado por la siguiente tabla:

Tabla LXXXIII. Factor de correlación del cauce

V (m/s)	Luz libre (m)												
	10	**13**	**16**	**18**	**21**	**25**	**30**	**42**	**52**	**63**	**106**	**124**	**200**
<1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.0	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.0	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.0	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Fuente: Juárez Badillo E. Y Rico Rodríguez A., 1992

Donde V es la velocidad media en la sección transversal con valor de 2.0 m/seg; y la luz libre en el caso de estudio es de 42 metros.

- Factor de corrección por forma de transporte de sedimentos φ esta dado por la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{\varphi = 1\ ; si\ \gamma m = 1.0 \frac{t}{m^3}\ (Agua\ clara)}$$

Ecuación VI - 24

$$\boldsymbol{\varphi = \ -0.54 + 1.5143\ \gamma m, si\ \ \gamma m > 1.0 \frac{t}{m^3}\ (Lecho\ movil)}$$

Ecuación VI - 25

Siendo:

Ym = peso específico de la muestra agua sedimento

Para este caso de estudio se asume que el ym= 1 t/m3, debido a que en las fechas en que se realizaron los muestreos en campo daban al periodo seco de la zona y no se pudo tomar muestras para posterior análisis.

- Peso específico del sedimento del lecho.

$$\boldsymbol{\gamma s = 1.7 \frac{Ton}{m^3}\ \ (Arcillas)}$$

- Exponente variable que depende del peso volumétrico del suelo cohesivo.

$$x = 0.892619 - (0.58073 * \gamma s) + (0.136275 * \gamma s^2) = 0.299$$

6.5.4 Modelación en HEC-RAS

Para usar el programa HEC-RAS y ejecutar una modelación del río se debe ingresar la geometría del mismo, sentido del flujo, caudales pendientes y datos geométricos del puente.

Para estimar el caudal que va a pasar por debajo de la estructura del puente se tomará en cuenta el método racional descrito en el Capítulo 5; teniendo los siguientes resultados.

Tabla LXXXIV. Cálculo tiempo de concentración

Clase	*Longitud*	*Diferencia de cotas*	*Tiempo de concentración*
	Km	**M**	**min**
Cuenca	9.966	76	153.85

Fuente: Elaboración Propia

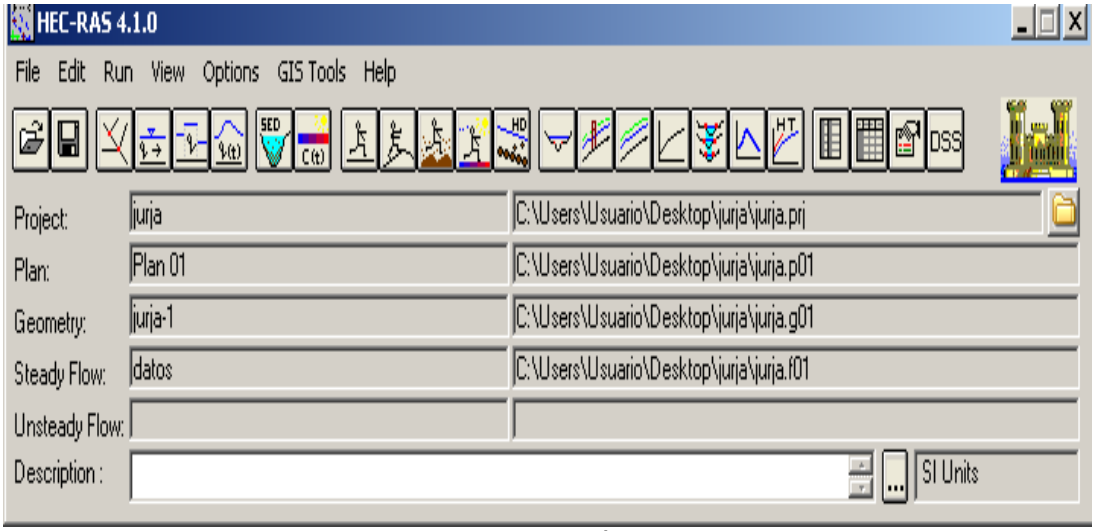
Tabla LXXXV. Caudal de portación del río

	A R E A (Ha)			*TIEMP. DE CONC.(min')*		*Intensidad*	*Demanda*
				DE	**DE**	**I**	**Q_d**
TRAMOS	**PROPIA**	**ADIC.**	**TOTAL**	**LLEGADA**	**ESCURRIM.**	**(mm/hr)**	**l/s**
CUENCA DE APORTACIÓN	3 007.00		3 007.00	153.85	-	32.99	82 725.80

Fuente: Elaboración Propia

Una vez estimado el caudal que es de 82.725 m3/s, se usara el programa Hec-Ras para estimar la altura máxima del tirante con el fin de hallar los parámetros hidráulicos de la sección para poder calcular la socavación general.

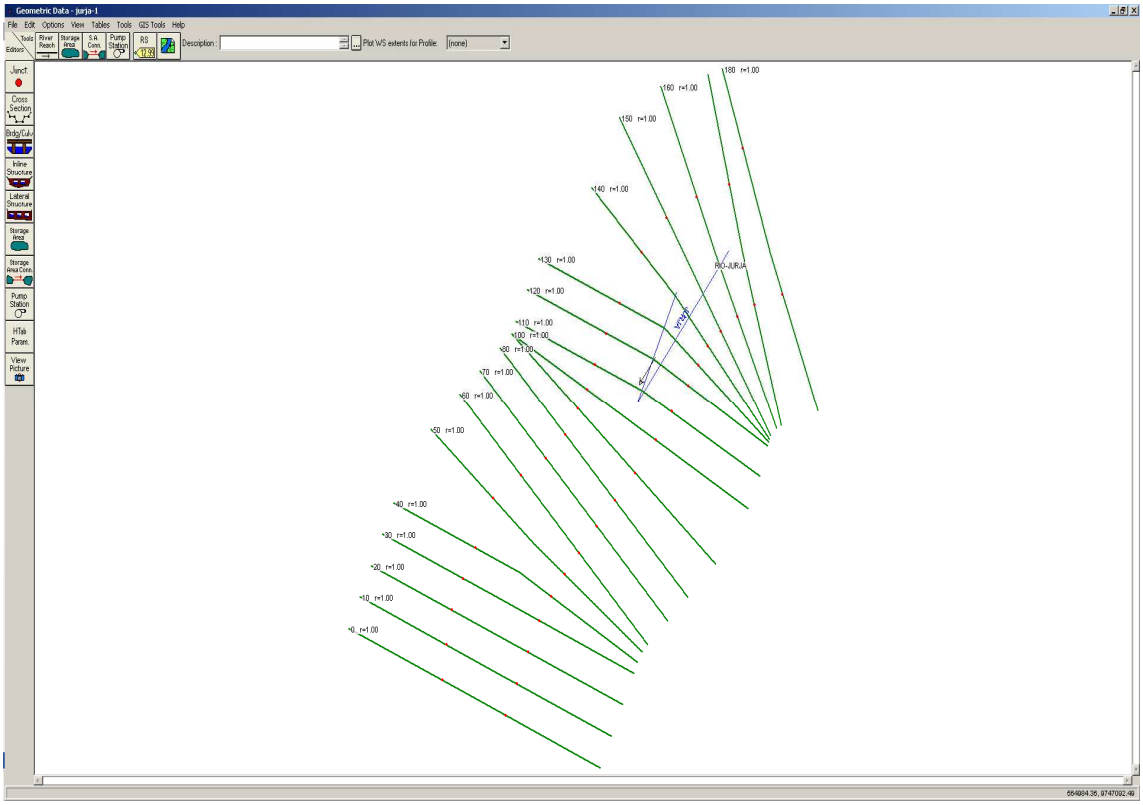
Ilustración 6.14. Ingreso de datos programa HEC-RAS



Fuente: Elaboración Propia

Con el uso del programa AUTODESK CIVIL 3D se exportaron las secciones transversales de la topografía al programa HEC-RAS, teniendo en cuenta que es recomendable al menos tener 100 m aguas abajo y aguas arriba del puente de estudio. De tal manera la longitud del río analizada será de 200m.

Ilustración 6.15. Secciones transversales



Fuente: Elaboración Propia

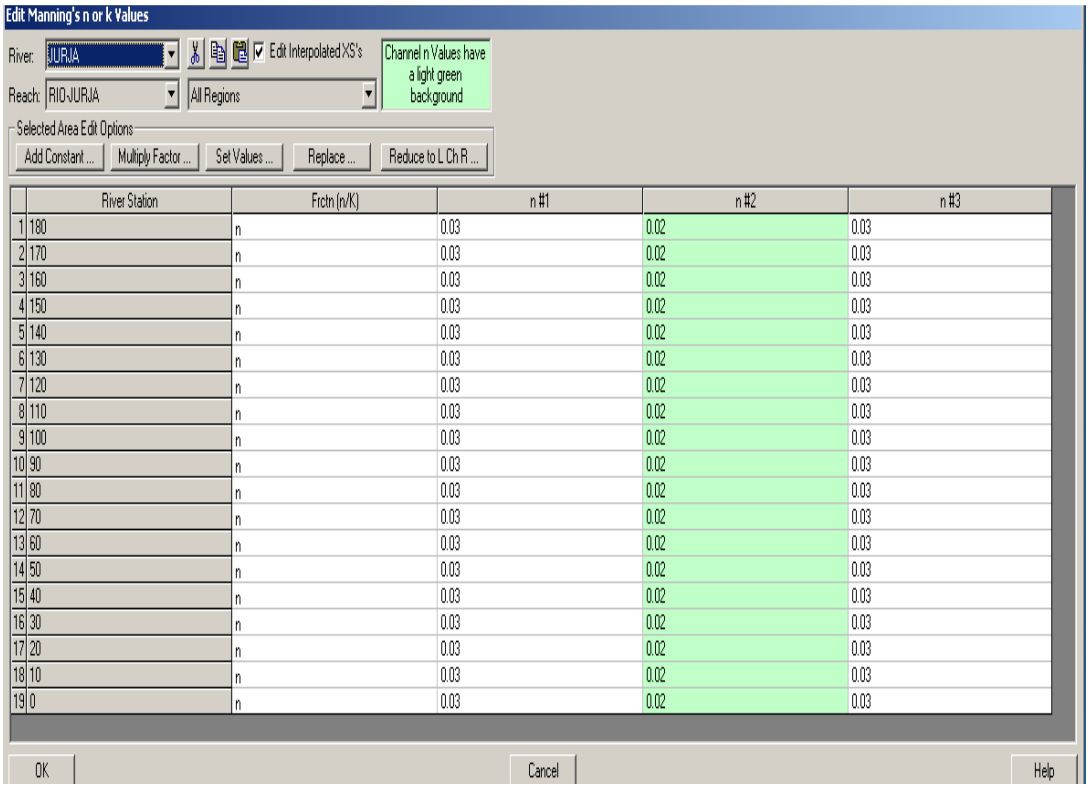
Se debe ingresar los valores del coeficiente de rugosidad para el canal principal, y para cada margen de la sección del Río Jurja según la siguiente tabla:

Tabla LXXXVI. Valores de coeficiente de rugosidad

PASO	***GRADO DE VARIACIÓN***	
"n" Básica	Canal en tierra	0.020
	Canal cortado en roca	0.025
	Canal en grava fina	0.024
	Canal en grava gruesa	0.028
Irregularidad de las paredes de fondo	Suave	0.000
	Menor	0.005
	Moderada	0.010
	Severa	0.020
Variación en tamaño y forma	Gradual	0.000
	Ocasional	0.005
	Frecuente	0.010 a0.015
Efecto de obstrucciones	Despreciable	0.000
	Menor	0.010 a 0.015
	Apreciable	0.020 a 0.030
	Severo	0.040 a 0.060
Efecto de la vegetación	Bajo	0.005 a 0.010
	Medio	0.010 a 0.025
	Alto	0.025 a 0.050
	Muy Alto	0.050 a 0.100
Meandro	Menor	"n"
	Apreciable	0.15 x "n"
	Severo	0.30 x "n"

Fuente: (Chow, 1994)

Ilustración 6.16. Método de Cowan



	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	180	n	0.03	0.02	0.03
2	170	n	0.03	0.02	0.03
3	160	n	0.03	0.02	0.03
4	150	n	0.03	0.02	0.03
5	140	n	0.03	0.02	0.03
6	130	n	0.03	0.02	0.03
7	120	n	0.03	0.02	0.03
8	110	n	0.03	0.02	0.03
9	100	n	0.03	0.02	0.03
10	90	n	0.03	0.02	0.03
11	80	n	0.03	0.02	0.03
12	70	n	0.03	0.02	0.03
13	60	n	0.03	0.02	0.03
14	50	n	0.03	0.02	0.03
15	40	n	0.03	0.02	0.03
16	30	n	0.03	0.02	0.03
17	20	n	0.03	0.02	0.03
18	10	n	0.03	0.02	0.03
19	0	n	0.03	0.02	0.03

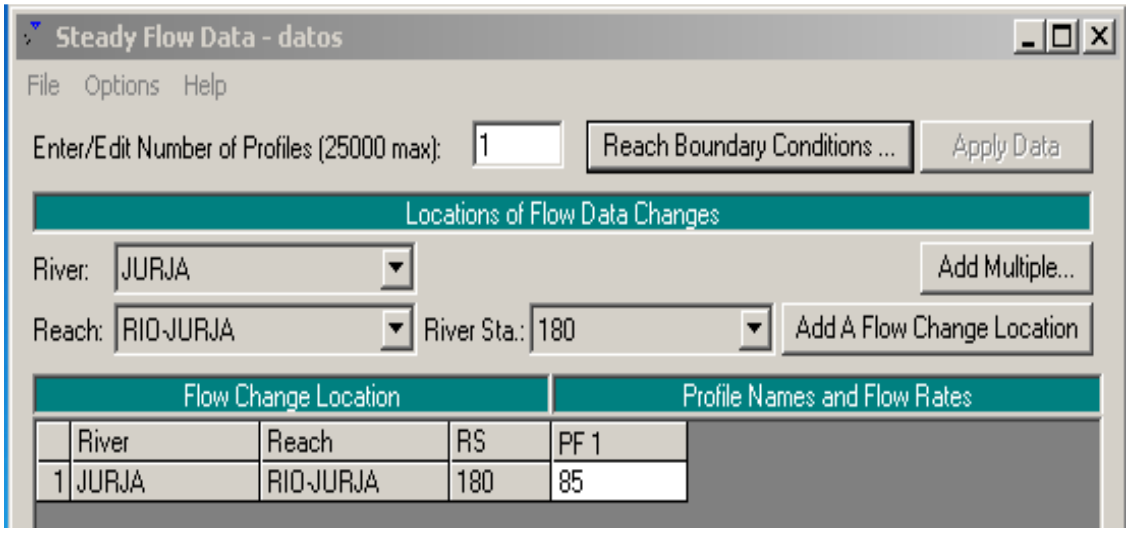
Fuente: Elaboración Propia

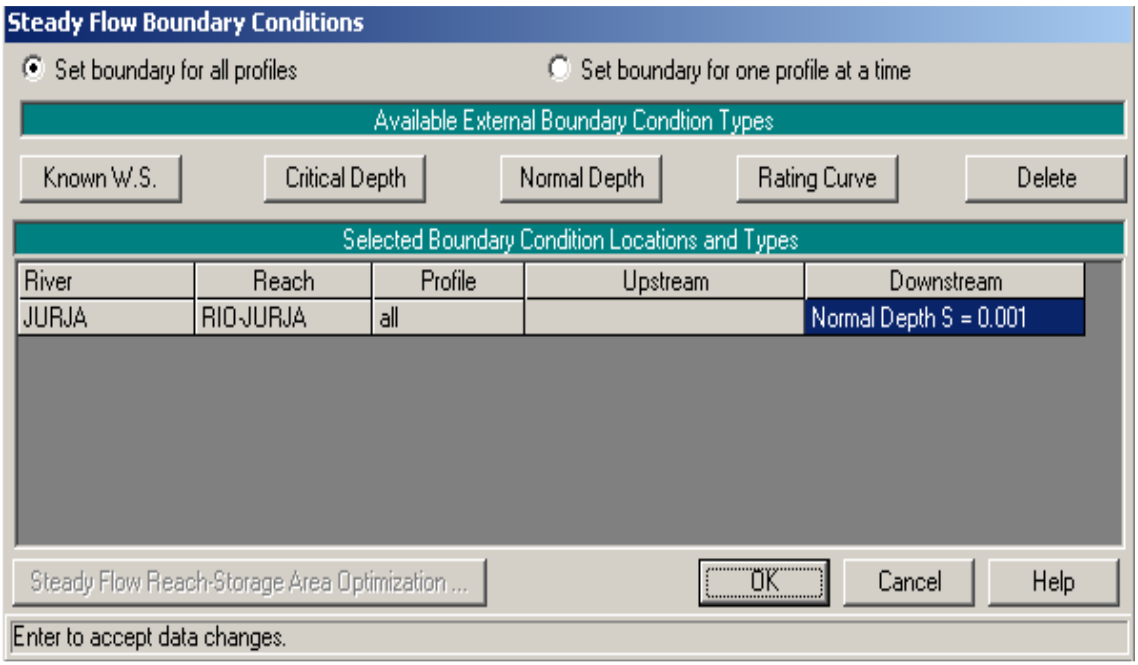
En base a la tabla se escoge que para los bordes el coeficiente de Manning será de 0.03 y para el perímetro en contacto con el agua será de 0.02.

Se deben ingresar los parámetros para flujo estacionario, usando el caudal previamente mencionado, que fue aumentado a 85.00 m3/s para ser conservadores al momento del diseño.

Además, se deben ingresar las condiciones de frontera necesarias para el caso de estudio, el mismo que expone según la topografía que en perfil aguas abajo existe una pendiente de 0.001.

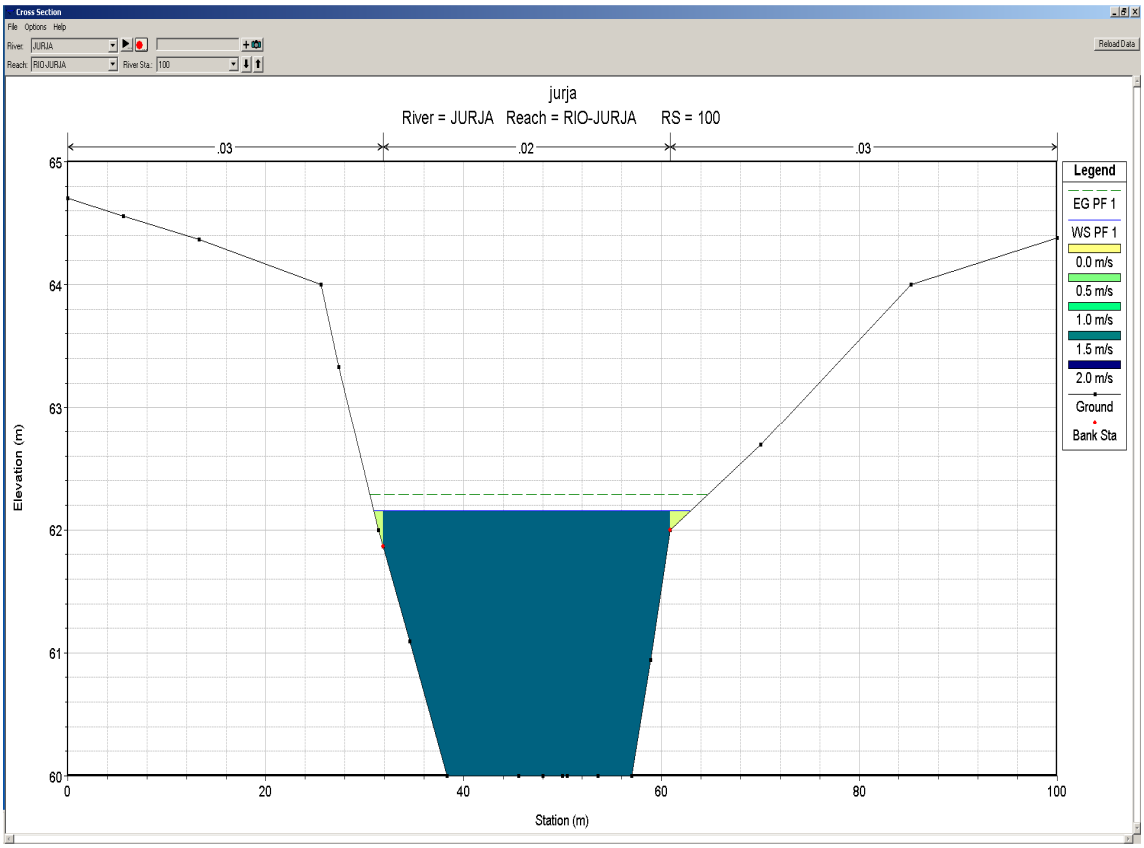
Ilustración 6.17. Ingreso de datos para determinación del tirante del rio Jurja





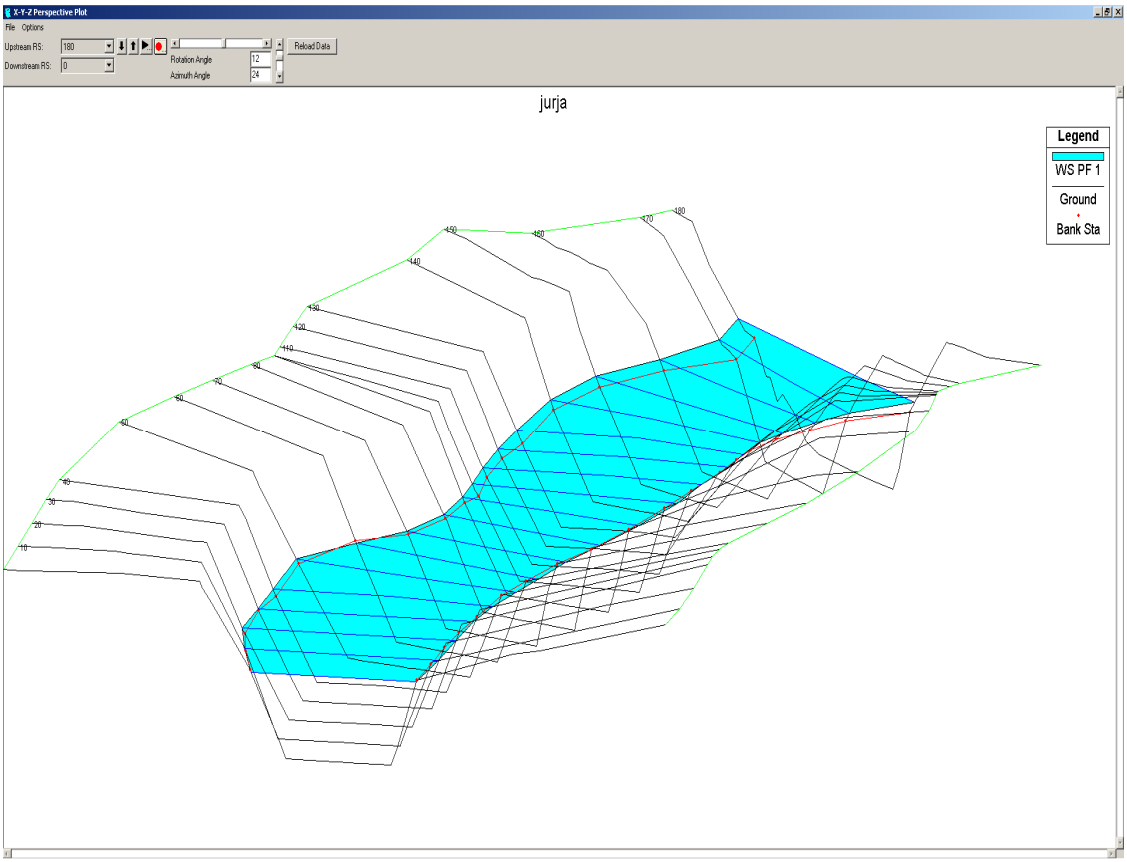
Fuente: Elaboracion Propia

Ilustración 6.18. Modelación del tirante del rio (vista transversal)



Fuente: Elaboracion Propia

Ilustración 6.19. Modelación del tirante del rio (vista longitudinal)



Fuente: Elaboracion Propia

Finalmente se obtiene una altura aproximada de 2.20m de tirante en la sección justo debajo del puente, dato usado para hallar la velocidad del cauce para el análisis de socavación y para comprobar que el gálibo escogido sea seguro para evitar golpes de escombros en las vigas durante una crecida.

6.5.5 Descripción del caso de estudio

El rio Jurja se encuentra ubicado entre los pueblos La Ciénega y Sacachún, siendo la razón de la proyección de un puente para el desarrollo de la carretera Sacachún la Ciénega. El estribo izquierdo estará ubicado en la abscisa 3+925.00 en las coordenadas 564909m E, 9747136m N.; mientras que el estribo derecho estará ubicado en la abscisa 3+967.00 en las coordenadas 564950m E, 9747128m N. El nivel de la rasante de la vía diseñada es 66.33 m.s.n.m., la cota del borde inferior de la superestructura es 64.32m.s.n.m. y la cota del fondo del rio es de 62.00 m.s.n.m.

Ilustración 6.20. Zona del puente

Fuente: Elaboracion Propia

La forma del cauce es irregular, además de contar con vegetación en los bordes y en el fondo.

El material de fondo es de carácter cohesivo. Este rio avanza formando una serie de meandros, siendo el tramo escogido para el puente una zona en que se cuenta con un tramo recto de aproximadamente 200 m donde la cuenca de drenaje es de aproximadamente de 3.01 Km2

6.5.6 Resultados

En base a los siguientes datos se obtuvo el perfil de socavación correspondiente

$$Q = 85\frac{m^3}{s}$$

$$A = 56.15\, m^2$$

$$P = 34.85\, m$$

$$Rh = 1.61\, m$$

$$\propto = \left(\frac{Qd}{A * (R^{0.66})}\right) = 1.10$$

$$Hs = \left(\frac{\propto * ho^{\frac{5}{3}}}{0.6 * \beta * \mu * \varphi * \gamma s^{1.18}}\right)^{\frac{1}{1+x}}$$

$$\gamma s = 1.7 \frac{Ton}{m^3} \ (Arcillas)$$

$$x = 0.892619 - 0.58073 * 1.7 + 0.136275 * 1.7^2 = 0.299$$

$$\beta = 0.99$$

$$u = 0.985$$

$$\varphi = 1$$

Siendo el resultado:

Tabla LXXXVII. Resultados de socavación general en río Jurja

X	*Y*	*Ho*	*Hs*	*Hs-Ho*	*Perfil Socavado*
-17.040	62.200	0.000	0.000	0.000	62.200
-16.000	61.886	0.314	0.227	-0.087	61.886
-15.000	61.619	0.581	0.500	-0.081	61.619
-14.000	61.351	0.849	0.813	-0.036	61.351
-13.000	61.084	1.116	1.155	0.039	61.045
-12.000	60.817	1.383	1.520	0.137	60.680
-11.000	60.550	1.650	1.907	0.257	60.293
-10.000	60.280	1.920	2.316	0.396	59.884
-9.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
-8.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
-7.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
-6.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
-5.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
-4.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
-3.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
-2.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
-1.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
0.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
1.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
2.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
3.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
4.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
5.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
6.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
7.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
8.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
9.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
10.000	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442

10.100	60.000	2.200	2.758	0.558	59.442
11.000	60.380	1.820	2.162	0.342	60.038
12.000	60.842	1.358	1.485	0.127	60.715
13.000	61.346	0.854	0.819	-0.035	61.346
14.000	61.849	0.351	0.262	-0.089	61.849
14.250	61.997	0.203	0.130	-0.073	61.997
15.000	62.050	0.150	0.088	-0.062	62.05
16.000	62.122	0.078	0.038	-0.040	62.12
17.040	62.200	0.000	0.000	0.000	62.20

Fuente: Elaboración Propia

Debido a que en las zonas de borde se tienen valores negativos, no se puede establecer que existe socavación por este método, por lo que se recomienda usar métodos alternativos para establecer si existirá socavación.

CAPÍTULO VII

IMPACTO AMBIENTAL

7.1 Resumen del proyecto

El presente estudio para el diseño y construcción de la vía “Sacachún – Cienega” tiene como finalidad ayudar al sector en su desarrollo socio económico, ya que la vía pasa por puntos estratégicos de expendio de productos agrícolas, así como extender el turismo en los sectores con el fácil acceso a sus atractivos llenos de naturaleza, tradiciones, leyendas y hallazgos arqueológicos.

Tras la construcción de una nueva vía de comunicación, surgen impactos los cuales afectan directa e indirectamente al medio ambiente, ocasionando afectaciones en cuanto a la salud y seguridad de habitantes que se encuentren aledaños a la construcción; al igual que destruye el hábitat de muchos seres.

Actualmente dentro de un estudio vial se considera al medio ambiente como un recurso efímero lo cual exige realizar los estudios pertinentes para consérvalo y

mantenerlo en óptimas condiciones con el fin de proteger la biodiversidad del sector. El presente estudio busca cumplir con los requerimientos de BUEN VIVIR, que asegura que las personas deben vivir en un ambiente sano y saludable; mediante un proceso de auditoría ambiental.

El proceso de auditoría descrito en este documento, se desarrollará en tres diferentes etapas que son la de construcción, operación y desmonte de la obra, en cada una de ellas se identificará, cuantificarán y evaluarán los posibles impactos ambientales que se puedan generar antes, durante y después de la ejecución del proyecto; mediante el procedimiento del **Banco Interamericano de Desarrollo**.

Los procesos deben cumplir con lo establecido en la Constitución Nacional del Ecuador, la Medidas Generales de Control Ambiental según el MTOP, Plan Nacional del Buen Vivir, Texto Unificado de la Ley Secundaria del Medio Ambiente y el Libro VI de la Calidad Ambiental.

7.2 Objetivo

7.2.1 Objetivo General

Garantizar la viabilidad ambiental del proyecto, mediante el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes y realizando la respectiva mitigación en cada etapa de la construcción de la carretera.

7.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las actividades que pueden generar impactos ambientales y los recursos que se verán afectados.
- Realizar las matrices de impacto ambiental establecidas por el Banco Interamericano de Desarrollo.
- Definir un plan de manejo ambiental, procurando la preservación y el equilibrio ambiental.

7.3 Metodología

Según el **Banco Interamericano de Desarrollo**, un estudio de impacto ambiental es un conjunto de análisis técnico –científicos, sistemáticos, interrelacionados entre

sí, cuyo objetivo es la identificación, predicción y evaluación e los impactos significativos positivos y/o negativos, que pueden producir una o un conjunto de acciones de origen humano sobre el medio ambiente físico, biológico y humano. [7]

Para un correcto estudio de impacto ambiental se compara la situación ambiental existente con aquella que se espera generar como consecuencia de la acción. A través de este proceso de simulación se evalúan tanto los impactos directos como indirectos.

Al analizar los diferentes procesos a evaluar se generan las siguientes matrices de evaluación:

Matriz Intensidad (I)

La matriz de intensidad dispone de valores que van de 1 a 10, considerando 1 para impactos ambientales menores o de baja percepción y 10 para impactos mayores o de alta percepción. Para el caso de impactos imperceptibles o leves el valor empleado es 0.

Matriz de Extensión (EX)

La matriz de extensión tiene como objeto evaluar la superficie espacial afectada del impacto; las valoraciones son:

1 Impactos Puntuales

5 Impactos Locales

10 Impactos Regionales

Matriz Duración (D)

Matriz que depende de la escala temporal o duración en años de afección que causa cierta actividad, siendo:

0 No Aplica

1 Impactos menores a 5 años o efímeros

5 Impactos de más de 5 años pero menos de 10 años

10 Impactos de más de 10 años

Matriz de Bondad e Impacto – SIGNO (S)

Matriz que depende de la clase de impacto generado, ya sea positivo o negativo.

0 Para actividades que no generan impacto sobre el curso

+1 Para actividades que causan un impacto positivo

-1 Para actividades que causan un impacto negativo

Matriz Magnitud (M)

Los valores que se presentan en esta matriz son obtenidos por el cálculo de las matrices antes presentadas, las cuales serán multiplicadas por un factor, que depende de la importancia del impacto generado. Involucran tres factores, de intensidad, extensión y duración; establecidos por los auditores en base a la información y tipo de obra que se realizara.

$$\boldsymbol{M = \pm S[(F_I * I) + (F_{EX} * EX) + (F_D * D)]}$$

Ecuación VII - 1

$$\boldsymbol{F_I + F_{EX} + F_D = 1}$$

Ecuación VII - 2

Para la carretera Sacachún – La Ciénega, los factores a considerar en cada una de las etapas del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla LXXXVIII. Factores considerados para el cálculo de la matriz magnitud para cada uno de las fases del proyecto

FACTORES CONSTRUCCIÓN		***FACTORES OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO***	
Factor Intensidad	0.8	**Factor Intensidad**	0.7
Factor Extensión	0.1	**Factor Extensión**	0.15
Factor Duración	0.1	**Factor Duración**	0.15

Fuente: Elaboración Propia

Matriz de Reversibilidad (RV)

La matriz de reversibilidad cuantifica la probabilidad de que el recurso afectado pueda volver a su estado inicial.

0 Cuando no aplica

1 Impactos reversibles

5 Impactos parcialmente reversibles

8 Impactos reversibles a largo plazo

10 Impactos irreversibles

Matriz de Riesgo (RG)

Matriz que mide la probabilidad de ocurrencia o la fase temporal del impacto de las diferentes actividades a realizar en la obra.

0 Cuando no aplica

1 Baja ocurrencia

5 Media ocurrencia

10 Alta ocurrencia

Matriz de Valoración de Impacto Ambiental (VIA)

Matriz calculada en base a los resultados arrojados por las matrices de magnitud, riesgo y reversibilidad; con factores de riesgo, reversibilidad y magnitud del proyecto establecidos por auditores. Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{VIA = RV^{FRV} * RG^{FRG} * |M|^{FM}}$$

Ecuación VII - 3

$$\boldsymbol{F_{RV} + F_{RG} + F_M = 1}$$

Ecuación VII - 4

Para la carretera Sacachún – La Ciénega, los factores a considerar en cada una de las etapas del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla LXXXIX. Factores considerados para el cálculo de la matriz de valoracion de impacto ambiental para cada uno de las fases del proyecto

Factores construcción		***Factores Operación y Mantenimiento***	
Factor Riesgo	0.2	**Factor Riesgo**	0.2

Factor Reversibilidad	0.1	**Factor Reversibilidad**	0.1
Factor Magnitud	0.7	**Factor Magnitud**	0.7

Fuente: Elaboración Propia

Matriz Rango de Significancia del Impacto Ambiental

Matriz que cuantifica el impacto ambiental que tendrán las actividades sobre cada uno de los medios, su valor numérico varía de 0 a 10, siendo:

0	Impacto Neutro
1-3.9	Bajo Impacto
4-6.9	Impacto Medio
7-10	Alto Impacto

7.4 Marco Legal

La Constitución Política de la República del Ecuador, reconoce a las personas, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación; declara de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país; establece un sistema nacional de áreas naturales protegidas y de esta manera garantiza un desarrollo sustentable.

Se tendrá en consideración las LEYES DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, así como también la LEY DE GESTIÓN

AMBIENTAL, el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SEGUNDA MEDIO AMBIENTE y las Medidas Generales de Control Ambiental según el MTOP 2008.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONTROL AMBIENTAL SEGÚN EL MTOP 2008

CAPITULO 200 - MEDIDAS GENERALES DE CONTROL AMBIENTAL REFERENTE A LA CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE CAMPAMENTOS, BODEGAS Y TALLERES DE OBRA

201-01. Descripción.- Son construcciones provisionales y obras conexas que el Contratista debe realizar con el fin de proporcionar alojamiento y comodidad para el desarrollo de las actividades de trabajo del personal técnico, administrativo (del Contratista y de la Fiscalización) y de obreros en general.

Este trabajo comprenderá la construcción y equipamiento o amoblamiento de campamentos incluyendo oficinas, talleres, bodegas, puestos de primeros auxilios, comedores y viviendas para personal del Contratista, de acuerdo a los planos por él presentados y aprobados por el Fiscalizador. También incluirá la construcción o suministro de edificaciones de oficinas, comedores y viviendas de uso del personal de fiscalización, de acuerdo a los requisitos de las especificaciones especiales y

los planos suministrados por el Contratante. Deberá incluirse el suministro de muebles y enseres de oficinas y viviendas, cuando los documentos contractuales así lo indiquen. En caso de ser requerida la provisión de edificaciones para laboratorios y balanzas para el pesaje de materiales, se la efectuará de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103-3.07 de la Especificaciones MOP-001-F - 2000.

REFERENTE A CAMINOS DE ACCESO

202-01. Descripción.- Los caminos de acceso son caminos provisionales que se construyen para trasladar al personal a los sitios de trabajo, para el tránsito de vehículos y maquinaria del Contratista y de la Fiscalización, hacia los frentes de trabajo, fuentes de materiales e insumos u otros sitios dentro de la obra, buscando realizarlos con un presupuesto limitado y con restricciones en el desbroce, movimiento de tierras y afectación a cauces naturales.

202-02. Procedimiento de Trabajo.- Los caminos de acceso serán construidos con equipo y materiales adecuados, previa autorización del Fiscalizador, quien deberá aprobar los detalles generales de la construcción propuesta.

Deben tener las características de pendiente, trazado, drenaje y capa de rodadura adecuadas para el tránsito normal del equipo y vehículos de construcción. Su trazado debe ceñirse a los contornos naturales del terreno, de manera de minimizar los cortes y terraplenes. El ancho de los caminos de acceso será el mínimo necesario (4.5 m), al igual que los radios de curvatura (15 m), y con una gradiente longitudinal máxima de 15%, con el objeto de disponer de condiciones de seguridad e impactar lo menos posible en el entorno. El drenaje de estos accesos será un aspecto fundamental a tomar en cuenta en el trazado y construcción, pues de ello depende la estabilidad de la calzada; las entradas y salidas de las alcantarillas deberán estar debidamente protegidas conforme lo solicite el Fiscalizador.

Será el Contratista el único responsable de mantener en buen estado de transitabilidad y seguridad estos accesos durante el tiempo que dure la construcción de la obra vial. Deberá colocarse la respectiva señalización diurna y nocturna a fin de salvaguardar la seguridad del tránsito, poniendo énfasis en los desvíos y velocidad máxima de circulación (40Km/h).

El vadeo frecuente de cuerpos de agua con equipos de construcción no será permitido; por lo tanto se utilizarán puentes u otra clase de estructuras donde se prevea el paso frecuente de maquinaria o vehículos.

En el caso de apertura de accesos en terrenos de fuerte pendiente y donde se prevea erosión hídrica o arrasamiento e vegetación, se deberán colocar trincheras de madera para la retención de material procedente del corte de la vía.

Para prevenir el efecto de contaminación atmosférica por efecto de emisiones de polvo, especialmente en épocas de verano, se recomienda el humedecimiento periódico de dichos accesos.

Una vez que la obra vial ha sido construida, el Contratista procederá a restaurar las áreas sobre las cuales se construyeron los accesos, para lo cual pondrá en consideración del Fiscalizador el correspondiente plan de restauración para su aprobación y ejecución.

CON LO REFERENTE AL CONTROL DEL POLVO

205-01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la aplicación, según las órdenes del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos.

El control de polvo se lo hará mediante el empleo de agua o estabilizantes químicos tales como los agentes humidificadores, sales higroscópicas y agentes creadores de costra superficial como el cloruro sódico y el cloruro cálcico. El material empleado, los lugares tratados y la frecuencia de aplicación deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

REFERENTE AL EMBELLECIMIENTO DE LA VIA

207-1.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la plantación de árboles, arbustos, enredaderas y matas de flores dentro de la zona lateral del camino, islas, faja divisoras y cualquier otra área señalada en los planos, con el propósito de embellecer la vía e integrarla en la naturaleza cercana.

207-1.02. Procedimientos de Trabajo.

207-1.02.1.Preparación de las áreas por plantarse.- Las áreas por sembrarse con árboles y otras plantas de adorno serán delimitadas en los planos, igual que el espaciamiento o ubicación de las plantas individuales.

Antes del trasplante los hoyos deberán excavarse a la profundidad especificada; luego se colocará en el fondo una capa de tierra vegetal de aproximadamente 15 cm de espesor, salvo que las características del suelo sean tales que el Fiscalizador considere que será satisfactorio desmenuzar el suelo existente paras formar el lecho de la planta. La tierra vegetal u otro suelo del lecho, y el suelo con que se rellena el hoyo se mezclarán con el abono orgánico o fertilizante químico del tipo y en la cantidad especificados en los documentos contractuales. Los hoyos tendrán las dimensiones adecuadas para las plantas que van a alojar, de modo que las raíces queden a una distancia mínima de 15 cm de los dos lados y del fondo.

Las áreas de plantación deberán limpiarse de cualquier maleza que hubiera crecido durante el intervalo entre la ejecución del desbroce y limpieza y el transporte de los árboles, arbustos o matas de flores.

207-1.02.2.Trasplante.- El trasplante de árboles y arbustos deberá hacerse al finalizar los trabajos de acabado de la obra básica en un tramo determinado, o como ordene el Fiscalizador.

La plantación deberá hacerse preferentemente con la tierra húmeda y en tiempo de lluvias. Cuando esto no sea factible, se deberá humedecer la tierra antes de hacer el trasplante, conforme instruya el Fiscalizador.

Al menos dos semanas antes del trasplante, el Contratista notificará al Fiscalizador para que inspeccione el vivero de donde se extraerán las plantas y emita su aprobación a la clase y calidad de ellas. Según las variedades de plantas de que se trate, se sacarán con pan de tierra envuelto en cartón o a raíz desnuda protegida con musgo o paja; en ambos casos las raíces se mantendrán hasta sembrar la planta.

Antes de transportar las plantas, estas deberán podarse y recortarse para disminuir los daños debido al estropeo de la movilización y la pérdida de agua por evaporación. Se tomarán las precauciones para evitar todo daño físico, durante el transporte. No se llevarán al área más plantas que las que puedan sembrarse en un día.

Durante el trasplante o inmediatamente después, se regarán las plantas y se mantendrá la humedad adecuada en los días sucesivos mediante riego, cuando sea necesario a juicio del Fiscalizador.

Durante el trasplante o inmediatamente después, se regarán las plantas y se mantendrá la humedad adecuada en los días sucesivos mediante riego, cuando sea necesario a juicio del Fiscalizador.

207-1.02.3.Riego.- Una vez que las plantas hayan arraigado, generalmente no hace falta más que un riego semanal, aun en zonas templadas y áridas; de acuerdo con las condiciones locales de clima, suelo y pluviosidad, el Fiscalizador recomendará la frecuencia y cantidad de agua a aplicarse con el objeto de mantener húmedo el suelo en la zona de sistema radicular de las plantas, hasta la recepción definitiva.

La aplicación del riego se hará en forma cuidadosa para evitar la erosión del suelo y no causar daño a la plataforma, pero que permita al mismo tiempo la saturación completa de la tierra junto a las plantas.

207-1.02.4.Cuidado de las Plantas.- Es obligatorio para el Contratista cuidar y mantener en un estado de desarrollo satisfactorio las áreas plantadas, incluyendo árboles, arbustos y plantas en forma individual, proporcionándoles riego, podas y cultivos necesarios. Todas las plantas que por cualquier causa tengan un desarrollo deficiente o que no hayan prendido de un modo satisfactorio, deberán ser reemplazadas por cuenta del Contratista con plantas vivas y sanas, colocadas de acuerdo con las especificaciones originales, conservando clase, cantidad y tamaño.

207-1.03. Medición.- Se medirá para el pago el número de plantas vivas y de desarrollo normal que han sido plantadas de acuerdo con las estipulaciones del contrato

El agua empleada para el riego no se medirá para su pago pues se considera éste un trabajo subsidiario de los trabajos pagados por el rubro 207 (1). El suministro de agua será pagado mediante el rubro 204 (1)

207-1.04. Pago.- El número de plantas determinado según lo dispuesto en el numeral anterior se pagarán al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por los trabajos de embellecimiento de la vía, incluyendo toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y operaciones conexas, en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección, así como por el mantenimiento y cuidado de las plantas hasta la recepción definitiva de la obra.

Nº del Rubro de Pago y Designación **Unidad de Medición**

207 (1) Plantas de Adorno.....Cada una.

EN LO QUE REFIERE A LA RECUPERACIÓN Y ACOPIO DE LA CAPA VEGETAL

208-01. Descripción.- Se entenderá por recuperación de la capa vegetal a las actividades tendientes a la remoción de las capas superficiales de terreno natural, cuyo material no sea aprovechable para la construcción, que se encuentran localizados sobre los sitios donde se implantarán obras conexas con la obra vial como campamentos, patios de maquinarias, bodegas, bancos de préstamos, etc. y que una vez terminada la obra vial deberán ser restaurados.

El acopio se refiere a la acumulación y mantenimiento en buenas condiciones de la capa vegetal levantada, para su posterior uso sobre las áreas ocupadas.

REFERENTE AL PATIO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA

209-01. Descripción.- El patio de mantenimiento de equipos y maquinaria necesario para la ejecución de labores del Contratista debe disponer de ciertas condiciones mínimas de prevención y control de contaminantes, pues en esa área se trabaja con aceite, grasas, gasolinas, etc. que podrían afectar directamente a la salud, suelo y aguas superficiales y subterráneas.

EN CUANTO A LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

213-01. Descripción.- La seguridad industrial es el conjunto de normas de prevención y control que el Contratista debe implementar en cada uno de sus frentes de trabajo e instalaciones a fin de evitar la ocurrencia riesgos y accidentes de trabajo. La salud ocupacional, previene la generación de enfermedades profesionales, consideradas graves y que son resultado de efectuar labores en un ambiente de trabajo inadecuado.

213-02. Procedimiento de Trabajo.- El Contratista tendrá la obligación de adoptar las medidas de seguridad industrial necesarias en los frentes de trabajo, y de mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental de todo su personal, de acuerdo a la normativa que tiene el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), sobre el tema.

Como requerimientos mínimos para el cumplimiento de lo dicho, deberá considerarse la ejecución de lo siguiente:

- Previo al ingreso del Contratista a la obra, sus técnicos y trabajadores deberán someterse a un examen médico, el cual incluirá exámenes de laboratorio, con la finalidad de prevenir epidemias.

- Se implementará una campaña educativa inicial por medio de charlas y afiches informativos sobre las normas elementales de higiene y comportamiento ocupacional.
- El personal técnico y obrero deberá estar provisto con indumentaria y protección contra el frío y la lluvia.
- El Contratista deberá implementar en sus campamentos las facilidades necesarias que garanticen un sano esparcimiento del personal cuando se encuentre en los campamentos, y asegure, al mismo tiempo, las condiciones mínimas de confort.
- La alimentación deberá contener los nutrientes básicos (calorías y proteínas), de acuerdo con las condiciones de trabajo.
- El área de primeros auxilios, deberá incluir por lo menos un médico y un auxiliar, además de los implementos básicos para cubrir atenciones emergentes.
- Para un mayor control ambiental de las zonas aledañas, se deberá reglamentar el uso de las diferentes áreas de los campamentos, así como los horarios de comidas y fundamentalmente el consumo de bebidas alcohólicas. No se podrá consumir bebidas alcohólicas durante la jornada normal de trabajo. 200 – Medidas Generales de Control Ambiental II-28.
- Para minimizar los riesgos de trabajo, el Contratista deberá proveer a su personal la vestimenta básica como cascos protectores, ropa impermeable,

botas de goma con punta de acero, mascarillas de polvo y demás implementos recomendados por las leyes de seguridad industrial vigentes en el país.

- De requerirse, el Contratista deberá construir polvorines con las seguridades pertinentes, localizados cerca de los sitios donde se requieran los explosivos, y provistos, cada uno, con una caseta de vigilancia y un botiquín de primeros auxilios.
- El contratista contará con un responsable de la seguridad industrial en la obra y de llevar periódicamente brigadas de salud ocupacional.

213-03. Medición y Pago.**-** Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

DESCRIPCION EN CUANTO A LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

214-01. Descripción.- Al ocupar áreas en las que el suelo se encontraba en su estado natural, es importante que se tomen medidas de prevención y control a fin de evitar su deterioro y contaminación.

214-02. Procedimiento de Trabajo.- El Contratista deberá:

Evitar la compactación de aquellos suelos donde no sea necesario el tránsito de maquinaria, ubicación de instalaciones, acopio de materiales y de demás tareas que se asienten sobre suelo firme.

Prevenir y evitar derrames de hidrocarburos, aceites y grasas y otras sustancias contaminantes, construyendo diques de contención alrededor de los depósitos.

Inicialmente medirá el grado o valor de compactación de los suelos a usar y propondrá al Fiscalizador los métodos de descompactación, en caso que no estuvieran estipulados en las especificaciones ambientales particulares.
Las áreas mínimas sujetas a descompactación serán:

- Áreas de campamentos, talleres, depósitos temporales de materiales, caminos de servicio y estacionamientos.
- Áreas de las plantas de trituración, hormigones y asfalto y sus respectivos caminos de servicio.
- Desvíos de tránsito para dar facilidades a la obra. - Áreas de acopio de materiales.

PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

215-01. Descripción.- El agua es uno de los recursos naturales más abundante y constituye el medio básico de todos los procesos de vida. Por ello, debe considerarse todo tipo de medidas a fin de prevenir y controlar cualquier tipo de contaminación hacia aguas superficiales y subterráneas.

215-02. Procedimiento de Trabajo.- Los sistemas de aguas superficiales y subterráneos, y las masas de agua, necesitan ser protegidos de derrames accidentales, desalojo de desechos, basuras, etc., por lo que, el Contratista, durante la ejecución de la obra, tomará todas las medidas necesarias para evitar su contaminación.

En el caso de que el Contratista vierta, descargue o riegue accidentalmente cualquier tipo de desechos que pudiera alcanzar drenajes naturales o los cuerpos de agua en mención, éste deberá notificar inmediatamente al Fiscalizador sobre el particular, y deberá tomar las acciones pertinentes para contrarrestar la contaminación producida.

Las instalaciones de tratamiento para disposición de desechos líquidos deberán ser construidas previamente a la instalación o construcción de cualquier facilidad. La construcción de tanques sépticos, campos de infiltración, sitios de confinamiento para basuras y letrinas puede ser realizada únicamente de acuerdo a lo prescrito en las especificaciones ambientales particulares o previa aprobación del Fiscalizador.

Las aguas de lavado procedentes de las plantas de trituración y hormigonado, deberán ser recolectadas y tratadas antes de que sean descargadas a los cuerpos receptores finales. Para este efecto será necesario disponer, al menos de sedimentadores y desarenadores aguas abajo de las fuentes de producción de las aguas de lavado. Los procedimientos para el control de fluidos superficiales contaminantes (aguas de lavado, aceites, gasolinas, etc.) pueden incluir entre otros, el uso de represamientos de chequeo para el control de la erosión por drenaje, la recolección de fluidos de desecho en trampas de grasa u otros instrumentos de retención, y la instalación de equipos para evitar derrames.

Se prohíbe terminantemente la descarga de fango o lodos en los cuerpos de agua; éstos, con aprobación expresa del Fiscalizador, se depositarán en áreas secas, con el fin de proteger a las especies que viven en los ecosistemas húmedos.

El equipo pesado que trabajará en suelos pantanosos o saturados deberá circular sobre suelos estabilizados. El proceso de estabilización, cuyo diseño deberá ser propuesto por el Contratista y aprobado por el Fiscalizador, podrá incluir la utilización de capas de material pétreo, palizadas, geotextiles. Las construcciones temporales sobre lechos de suelos aluviales serán efectuadas con materiales no erosionables.

A menos de contar con la aprobación por escrito del Fiscalizador, las operaciones de construcción en ríos o corrientes, serán restringidas a los sitios que estén marcados en los planos. Adicionalmente, y a fin de evitar procesos erosivos y producción de sedimentos, el uso de equipo y maquinaria en cauces naturales para construir o reparar bases estructurales, construir canales o derivaciones, u otras operaciones similares, será también restringido, y su utilización deberá ser aprobada por el Fiscalizador.

El uso del agua para las plantas de trituración, de asfalto, para lavado y enfriamiento de equipos, y para el rociado para control de polvo, debe ser controlado, pues su mala utilización puede producir deslizamientos del terreno por exceso de humedad o producir flujos con velocidades suficientemente altas como para arrastrar sedimentos y causar erosión.

El uso de detergentes y varios químicos de uso común para lavado de ropa, implementos y maquinaria en campamentos y patios de operación de maquinaria, será restringido por constituirse éstos contaminantes potenciales.

Con el fin de evitar interrupciones de drenajes naturales, el Contratista colocará alcantarillas y cajas recolectoras simultáneamente con la nivelación de la vía y la construcción de los terraplenes; durante el período de construcción debe limpiarse estos pasos a fin de evitar obstrucciones. Cuando las cunetas laterales de la vía confluyen directamente a un río o quebrada, deberá construirse obras civiles que permitan la decantación de sedimentos previo al desfogue.

El Contratista deberá considerar todas las medidas necesarias para garantizar que residuos de cemento, limos, arcillas u hormigón fresco no tengan como receptor final lechos de cursos de agua.

En el caso de existir la necesidad de desviar un curso natural de agua o se haya construido un paso de agua y éste ya no se requiera posteriormente, el curso abandonado o el paso de agua deberá ser restaurado a sus condiciones originales por cuenta y a costo del Contratista.

Se protegerá los taludes inferiores de la vía, en donde existan desfogues de alcantarillas, mediante la construcción de obras civiles de protección mecánica para evitar erosiones regresivas (por ejemplo: estructuras de disipación de energía a la salida del terreno).

PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

216-01. Descripción.- Esta sección pretende dar las pautas generales para prevenir y controlar los impactos ambientales negativos que se generan por efecto de las emisiones de gases contaminantes que salen de vehículos, transporte pesado, maquinaria y otros, necesarios para ejecutar la obra vial.

PREVENCIÓN Y CONTROL DE RUIDOS Y VIBRACIONES

217-01. Descripción.- El ruido es todo sonido indeseable percibido por el receptor y que al igual que las vibraciones, si no se implementan las medidas de prevención y control adecuadas, pueden generar importantes repercusiones negativas en la salud de los obreros y operarios de las fuentes generadoras de éste.

217-02. Procedimiento de Trabajo.- Los niveles de ruido y vibraciones generados en los diversos frentes de trabajo deberán ser controlados a fin de evitar perturbar a las poblaciones humanas y faunísticas de la zona de la obra.

La maquinaria y equipos cuyo funcionamiento genera excesivos niveles de ruido deberán (sobre los 75 dB) ser movilizados desde los sitios de obra a los talleres para ser reparados, y retornarán al trabajo una vez que éstos cumplan con los niveles admisibles y se haya asegurado que las tareas de construcción que realizarán se efectuarán dentro de los rangos de ruido estipulados en la Ley de Prevención y Control de la Contaminación – Reglamento referente al ruido.

Si el Fiscalizador comprobara la generación de ruido y/o vibraciones en ciertas áreas de la obra, notificará al Contratista a fin de que se tomen los correctivos necesarios y de esta manera evitar molestias y conflictos.

El control y corrección del ruido y/o vibraciones puede requerir del Contratista la ejecución de alguna de las siguientes acciones:

- Reducir la causa, mediante la utilización de silenciadores de escape, para el caso de vehículos, maquinaria o equipo pesado y de amortiguadores para mitigar las vibraciones.

- Aislamiento de la fuente emisora mediante la instalación de locales cerrados y de talleres de mantenimiento de maquinaria revestidos con material absorbente de sonido.
- Control y eliminación de señales audibles innecesarias tales como sirenas y pitos.
- Absorción o atenuación del ruido entre la fuente emisora y el receptor mediante barreras o pantallas.

CONSERVACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA NATIVAS

218-01. Descripción.- Un manejo racional de la vegetación y fauna nativas que se encuentren en la zona de la obra dará como resultado la conservación del patrimonio natural; además, el disponer de una educación y conciencia ambiental por parte de cada uno de los obreros que laboran en la obra, permitirá lograr los objetivos que se pretende alcanzar con la aplicación de lo descrito en esta sección.

218-02. Procedimiento de Trabajo.-

Los trabajos de desbroce, desbosque y limpieza se limitarán al área física indispensable para los trabajos de construcción y deberá realizarse en forma tal que causen el mínimo daño posible en las zonas aledañas.

El Contratista deberá cumplir con las siguientes actividades tendientes a un manejo controlado de la flora y fauna:

- Se evitará en todo caso causar la pérdida de la vegetación en flancos de ríos, quebradas o lagunas.

- Cuando se tenga que realizar cortes de vegetación, se lo hará con sierras de mano y no con buldózer, para evitar daños en los suelos y deterioro de zonas adyacentes.
- Para los encofrados de obras de arte (alcantarillas, pasos de agua, puentes, etc.), el Constructor utilizará solamente madera talada durante el desbroce y desbosque; debiendo incentivarse el reciclaje de la madera en lo posible, y si es el caso, comprar madera ya aserrada, fuera del área de influencia de la obra.
- En áreas boscosas, el corte de los árboles debe ser orientado para que caigan sobre la vía, evitando así que en su caída deterioren otros que no se vayan a talar. Además, se mantendrá en lo posible sitios de contacto del dosel forestal, con el fin de mantener los corredores biológicos, especialmente de la avifauna y primates.
- Los residuos de la tala, desbroce y destronque no deben llegar a las corrientes de agua. Éstos deben ser apilados de tal forma que no causen desequilibrio en el área de trabajo hasta ser desalojados a sitios determinados previamente por la Fiscalización; de ninguna manera estos residuos pueden ser quemados.
- Las actividades de caza están prohibidas en las áreas aledañas a la zona de construcción, así como la compra de animales silvestres (vivos, embalsamados o pieles) a los lugareños.

- Cuando la obra vial se ubique en zonas silvestres, se controlará la presencia de animales domésticos tales como perros, gatos, cerdos, etc.
- La pesca por parte de los obreros en ríos, quebradas, lagunas o cualquier cuerpo de agua, por medio de dinamita o barbasco queda terminantemente prohibido.
- Contar con brigadas contra incendios, equipadas con los medios adecuados para poder cumplir su función. Establecer zonas de cortafuego (mediante la extracción de material combustible), para prevenir el deterioro tanto de la vegetación como de la maquinaria, depósitos de combustibles, etc.
- Cuando se produzcan daños importantes que afecten la flora nativa, el Contratista procederá a la restauración de la cubierta vegetal, creando condiciones óptimas que posibiliten en el corto plazo, la implantación de especies herbáceas y en el largo plazo la colonización de vegetación similar a la natural.

CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL Y ARQUEOLÓGICO

219-01. Descripción.- Comprende un conjunto de actividades tendientes a la conservación del patrimonio cultural, arqueológico o científico localizados en el área de influencia directa de la obra vial.

EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL

220-01. Descripción.- Esta sección conlleva la ejecución por parte del Contratista de un conjunto de actividades cuya finalidad es la de fortalecer el conocimiento y respeto por el patrimonio natural y el involucramiento de los habitantes que serán beneficiados por la obra.

Estarán dirigidas hacia dos puntos focales de la obra:

a) La población directamente involucrada con la obra y demás actores sociales que se localizan dentro del área de influencia; y
b) El personal técnico y obrero que está en contacto permanente con la obra y el ambiente.

Su proceso de ejecución debe iniciar 15 días antes del arranque de las obras y ser continuo hasta la finalización de la construcción.

DE LAS LEYES DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

CAPITULO V - De la Prevención y Control de la Contaminación del Aire

Art. 11.- Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio del Ministerio de Salud, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.

Art. 12.- Para los efectos de esta Ley, serán considerados como fuentes potenciales de contaminación del aire:

Las artificiales, originadas por el desarrollo tecnológico y la acción del hombre, tales como fábricas, calderas, generadores de vapor, talleres, plantas, termoeléctricas, refinerías de petróleo, plantas químicas, aeronaves, automotores y similares, la

incineración, quema a cielo abierto de basuras y residuos, la explotación de materiales de construcción y otras actividades que produzcan o puedan producir contaminación.

CAPITULO VI - De la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas

Art. 16.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna y a las propiedades.

CAPITULO VII - De la Prevención y Control de la Contaminación de los Suelos

Art. 20.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y relaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

Art. 21.- Para los efectos de esta Ley, serán considerados como fuentes potenciales de contaminación, las substancias radioactivas y los derechos sólidos,

líquidos, o gaseosos de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica.

LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

CAPITULO II

DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL AMBIENTAL

Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.

Art. 21.- Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.

Art. 23.- La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;
b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y,
c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.

LA CONSTITUCION POLITICA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR

TITULO II – DERECHOS

CAPÍTULO SEGUNDO - DERECHOS DEL BUEN VIVIR

SECCIÓN SEGUNDA - AMBIENTE SANO

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

CAPÍTULO SÉPTIMO - DERECHOS DE LA NATURALEZA

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

TITULO VII - REGIMEN DEL BUEN VIVIR

CAPÍTULO SEGUNDO - BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES

SECCIÓN PRIMERA - NATURALEZA Y AMBIENTE

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

Art. 398.- Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.

El Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos.

Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, la decisión de ejecutar o no el proyecto será adoptada por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley.

Art. 399.- El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL AUTONOMIA DESCENTRALIZACION

TITULO III - GOBIERNOS AUTONOMOS DESCENTRALIZADOS

CAPÍTULO III - GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL

Art. 54.- Funciones.- Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal; literal k) Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales.

Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley; literales:

b) Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón; c) Planificar, construir y mantener la vialidad urbana; l) Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras.

TITULO V - DESCENTRALIZACION Y SISTEMA NACIONAL DE COMPETENCIAS

CAPÍTULO III - DEL EJERCICIO GENERAL DE LAS COMPETENCIAS

Art. 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental, párrafo 2.- Corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales gobernar, dirigir, ordenar, disponer, u organizar la gestión ambiental, la defensoría del ambiente y la naturaleza, en el ámbito de su territorio; estas acciones se realizarán en el marco del sistema nacional descentralizado de gestión ambiental y en concordancia con las políticas emitidas por la autoridad ambiental nacional. Para el otorgamiento de licencias ambientales deberán acreditarse obligatoriamente como autoridad ambiental de aplicación responsable en su circunscripción.

LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA

TÍTULO II - RECURSOS HÍDRICOS

CAPÍTULO II - INSTITUCIONALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

SECCIÓN QUINTA - EL AGUA Y LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS

Artículo 42.- Coordinación, planificación y control. Las directrices de la gestión integral del agua que la autoridad única establezca al definir la planificación hídrica nacional, serán observadas en la planificación del desarrollo a nivel regional, provincial, distrital, cantonal, parroquial y comunal y en la formulación de los respectivos planes de ordenamiento territorial.

Para la gestión integrada e integral del agua, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, sin perjuicio de las competencias exclusivas en la prestación de servicios públicos relacionados con el agua, cumplirán coordinadamente

actividades de colaboración y complementariedad entre los distintos niveles de gobierno y los sistemas comunitarios de conformidad con la Constitución y la ley.

TÍTULO III - DERECHOS, GARANTÍAS Y OBLIGACIONES

CAPÍTULO III - DERECHOS DE LA NATURALEZA

Artículo 64.- Conservación del agua. La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida.

En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico;

d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación; y,

e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

Artículo 66.- Restauración y recuperación del agua. La restauración del agua será independiente de la obligación del Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los ecosistemas alterados.

LEY DE CAMINOS

CAPITULO V - DE LA CONSERVACIÓN DE LOS CAMINOS PÚBLICOS

Art. 37.- Prohibición de afectación a la seguridad del tránsito.- Prohíbese la conservación, en las inmediaciones de los caminos públicos, de construcciones, carteles y otras cosas que puedan afectar (sic) a la seguridad del tránsito o a la buena presentación del lugar.

El Estado en general, el Ministerio de Obras Públicas, los consejos provinciales, los concejos municipales, concesionarios y contratistas, en los trabajos de mantenimiento y construcción que se realicen, deberán conservar y cuidar árboles, arbustos, plantas y cercos naturales que crezcan al borde de los caminos.

Cuando se trate de la construcción de una nueva carretera deberá realizarse un proyecto del impacto ambiental.

LEY ORGANICA DE TRANSPORTE TERRESTRE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL

CAPITULO IV - DEL AMBIENTE

SECCION 1 - DE LA CONTAMINACION POR FUENTES MOVILES

Art. 211.- Todos los automotores que circulen dentro del territorio ecuatoriano deberán estar provistos de partes, componentes y equipos que aseguren que no rebasen los límites máximos permisibles de emisión de gases y ruidos contaminantes establecidos en el Reglamento.

ORDENANZAS MUNICIPALES

Art. 6.- sección 15. Regular, planificar, ejecutar, vigilar e informar a la población sobre actividades de salud concernientes a la calidad del agua, aire y suelo; y, promocionar espacios y ambientes saludables, en coordinación con los organismos seccionales y otros competentes

Art. 111.- La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con la autoridad ambiental nacional y otros organismos competentes, dictará las normas técnicas para prevenir y controlar todo tipo de emanaciones que afecten a los sistemas respiratorio, auditivo y visual.

Art. 113.- Toda actividad laboral, productiva, industrial, comercial, recreativa y de diversión; así como las viviendas y otras instalaciones y medios de transporte, deben cumplir con lo dispuesto en las respectivas normas y reglamentos sobre prevención y control, a fin de evitar la contaminación por ruido, que afecte a la salud humana.

LEY ORGÁNICA DE LA SALUD

La prohibición de las emanaciones de sustancias al aire, suelo o aguas de residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin ningún tratamiento previo que afecten a la salud, siendo los reglamentos y disposiciones a las molestias públicas causadas por un manejo ambiental impropio, tales como olores desagradables, humos, polvo , emanaciones entre otras, establecidos y sancionados por la autoridad de la salud.

A la calidad sanitaria del agua, se prohíbe la descarga, directa o indirectamente sustancias nocivas o indeseables en forma tal, que puedan contaminar o afectar y obstruir, sea total o parcialmente los cuerpos de agua y las vías de suministros de las misma, estableciendo que la interrupción, obstrucción, daño o destrucción intencional de los sistemas de eliminación de excretas, residuos industriales, aguas servidas o pluviales, siendo sancionados de conformidad a las disposiciones de la Ley.

Capítulo III - CALIDAD DEL AIRE Y DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Art. 111.- La autoridad nacional, en coordinación con la autoridad ambiental nacional y otros organismos competentes, dictara las normas técnicas para

prevenir y controlar todo tipo e emanaciones que afecten a los sistemas respiratorio, auditivo y visual.

Todas las personas naturales y jurídicas deberán cumplir en forma obligatoria dich as normas.

Art. 112.- Los municipios desarrollaran programas y actividades e monitoreo de la calidad del aire, para prevenir su contaminación por emisiones provenientes de fuentes fijas, móviles y de fenómenos naturales. Los resultados del monitoreo serán reportados periódicamente a las autoridades competentes a fin de implementar sistemas de información y prevención dirigidos a la comunidad.

Art. 113.- Toda actividad laboral, productiva, industrial, comercial, recreativa y de diversión; así como las viviendas y otras instalaciones y medios de transporte, deben cumplir con lo dispuesto en las respectivas normas y reglamentos sobre prevención y control, a fin de evitar la contaminación por ruido, que afecte a la salud humana.

Capítulo V - SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Art. 117.-

La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con el Ministerio de Trabajo y Empleo y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, establecerá las normas de salud y seguridad en el trabajo para proteger la salud de los trabajadores.

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION AMBIENTAL (TULAS)

LIBRO VI - DE LA CALIDAD AMBIENTAL

TÍTULO III - DEL SISTEMA ÚNICO DE MANEJO AMBIENTAL

CAPÍTULO IV - DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES

Art. 32 Del Plan de Manejo Ambiental.- El Plan de Manejo Ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto.

El Plan de Manejo Ambiental contendrá los siguientes sub planes, con sus respectivos programas, presupuestos, responsables, medios de verificación y cronograma.

a) Plan de Prevención y Mitigación de Impactos;

b) Plan de Contingencias;

c) Plan de Capacitación;

d) Plan de Seguridad y Salud ocupacional;

e) Plan de Manejo de Desechos;

f) Plan de Relaciones Comunitarias;

g) Plan de Rehabilitación de Áreas afectadas;

h) Plan de Abandono y Entrega del Área;

i) Plan de Monitoreo y Seguimiento.

En el caso de que los Estudios de Impacto Ambiental, para actividades en funcionamiento (EsIA Ex post) se incluirá adicionalmente a los planes mencionados, el plan de acción que permita corregir las No Conformidades (NC), encontradas durante el proceso.

Art. 33 Del alcance de los estudios ambientales.- Los estudios ambientales deberán cubrir todas las fases del ciclo de vida de un proyecto, obra o actividad, excepto cuando por la naturaleza y características de la actividad y en base de la normativa ambiental se establezcan diferentes fases y dentro de estas, diferentes etapas de ejecución de las mismas.

Art. 34 Estudios Ambientales Ex Ante (EsIA Ex Ante).- Estudio de Impacto Ambiental.- Son estudios técnicos que proporcionan antecedentes para la predicción e identificación de los impactos ambientales. Además describen las medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar las alteraciones ambientales significativas.

Art. 35 Estudios Ambientales Ex Post (EsIA Ex Post).- Son estudios ambientales que guardan el mismo fi n que los estudios ex ante y que permiten regularizar en términos ambientales la ejecución de una obra o actividad en funcionamiento, de conformidad con lo dispuesto en este instrumento jurídico.

CAPÍTULO VIII - CALIDAD DE LOS COMPONENTES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

SECCIÓN III - CALIDAD DE COMPONENTES ABIÓTICOS

PARÁGRAFO V - DE LOS FENÓMENOS FÍSICOS – RUIDO

Art. 226 De la emisión de ruido.- Los Sujetos de Control que generen ruido deberán contemplar todas las alternativas metodológicas y tecnológicas con la fi nalidad de prevenir, minimizar y mitigar la generación de ruido.

CAPÍTULO IX - PRODUCCIÓN LIMPIA, CONSUMO SUSTENTABLE Y BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Art. 234 Buenas Prácticas Ambientales.- Es un compendio de actividades, acciones y procesos que facilitan, complementan, o mejoran las condiciones bajo las cuales se desarrolla cualquier obra, actividad o proyecto, reducen la probabilidad de contaminación, y aportan en el manejo, mitigación, reducción o prevención de los impactos ambientales negativos. Aquellas políticas de responsabilidad social empresarial que tienen un enfoque ambiental (fomento de viveros, actividades de reforestación y restauración ambiental participativa, apoyo a actividades de aprovechamiento de residuos sólidos y orgánicos, entre otras), pueden ser consideradas un ejemplo de buenas prácticas ambientales.

CAPÍTULO X - MECANISMOS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Art. 249 De los mecanismos.- El control y seguimiento ambiental puede efectuarse, entre otros, por medio de los siguientes mecanismos:

a) Monitoreos

b) Muestreos

c) Inspecciones

d) Informes ambientales de cumplimiento

e) Auditorías Ambientales

f) Vigilancia ciudadana

g) Mecanismos establecidos en los Reglamentos de actividades específicas

h) Otros que la Autoridad Ambiental Competente disponga

Los documentos y estudios ambientales que se desprenden de los mecanismos de control y seguimiento establecidos en el presente Libro, deberán ser remitidos a la Autoridad Ambiental Competente para su respectiva revisión y pronunciamiento.

Para el caso de actividades regularizadas, la Autoridad Ambiental Competente determinará el alcance de los mecanismos de control y seguimiento ambiental, en base a las características propias de la actividad y conforme lo establezca la normativa ambiental nacional.

Art. 251 Plan de Manejo Ambiental.- Incluirán entre otros un Plan de Monitoreo Ambiental que ejecutará el sujeto de control, el plan establecerá los aspectos ambientales, impactos y parámetros a ser monitoreados, la periodicidad de los monitoreos, y la frecuencia con que debe reportar los resultados a la Autoridad Ambiental Competente. De requerirlo la Autoridad Ambiental Competente podrá disponer al Sujeto de Control que efectúe modificaciones y actualizaciones al Plan de Manejo Ambiental.

Para el caso de las actividades, obras o proyectos que cuenten con un permiso ambiental, deberán remitir conforme a los lineamientos emitidos por la Autoridad Ambiental Competente un reporte de los muestreos que permitan la caracterización ambiental de los aspectos físicos, químicos y biológicos de los recursos de acuerdo a la actividad que esté desarrollando. La Autoridad Ambiental Competente sobre la base de éstos resultados podrá disponer al sujeto de control la ejecución de medidas de prevención, mitigación y/o rehabilitación.

LIBRO VI – ANEXOS

ANEXO 1

INTRODUCCIÓN

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

OBJETO

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

Tabla XC. Factores indicativos de contaminación

Factor de contaminación (Concentración presente/ valor de fondo)	Grado de perturbación.	Denominación
< 1,5	0	Cero o perturbación insignificante
1,5 – 3,0	1	Perturbación evidente.
3,0 – 10,0	2	Perturbación severa.
> 10,0	3	Perturbación muy severa.

Fuente: Texto Unificado De Legislacion Ambiental, Libro Vi, Anexo 1

ANEXO 3

La presente norma técnica determina o establece:

- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para emisiones de contaminantes del aire hacia la atmósfera desde fuentes fijas de combustión.
- Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las cantidades emitidas de contaminantes del aire desde fuentes fijas de combustión.

OBJETO

La presente norma tiene como objetivo principal el preservar o conservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites permisibles de emisiones al aire desde diferentes actividades. La norma provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las emisiones al aire que se verifiquen desde procesos de combustión en fuentes fijas. Se provee también de herramientas de gestión destinadas a promover el cumplimiento con los valores de calidad de aire ambiente establecidos en la normativa pertinente.

Tabla XCI. Límites máximos permisibles de emisiones aire para fuentes fijas de combustión

Normas para fuente en operación antes de enero de 2003

CONTAMINANTE EMITIDO	COMBUSTIBLE UTILIZADO	VALOR	UNIDADES [1]
Partículas Totales	Sólido	355	mg/Nm^3
	Líquido [2]	355	mg/Nm^3
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	1 100	mg/Nm^3
	Líquido [2]	700	mg/Nm^3
	Gaseoso	500	mg/Nm^3
Dióxido de Azufre	Sólido	1 650	mg/Nm^3
	Líquido [2]	1 650	mg/Nm^3
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

Fuente: Texto Unificado De Legislación Ambiental, Libro Vi, Anexo 3.

Notas:

[1] mg/Nm3 : miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales, mil trece milibares de presión (1 013 mbar) y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos a 7% de oxígeno.

[2] combustibles líquidos comprenden los combustibles fósiles líquidos, tales como diésel, kerosene, búnker C, petróleo crudo, naftas.

Tabla XCII. Límites máximos permisibles de emisiones aire para fuentes fijas de combustión

Normas para fuente en operación a partir de enero de 2003

CONTAMINANTE EMITIDO	COMBUSTIBLE UTILIZADO	VALOR	UNIDADES [1]
Partículas Totales	Sólido	150	mg/Nm^3
	Líquido [2]	150	mg/Nm^3
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	850	mg/Nm^3
	Líquido [2]	550	mg/Nm^3
	Gaseoso	400	mg/Nm^3
Dióxido de Azufre	Sólido	1 650	mg/Nm^3
	Líquido [2]	1 650	mg/Nm^3
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

Fuente: Texto Unificado De Legislación Ambiental, Libro Vi, Anexo 3.

Notas:

[1] mg/Nm3: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales, mil trece milibares de presión (1 013 mbar) y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos a 7% de oxígeno.

[2] combustibles líquidos comprenden los combustibles fósiles líquidos, tales como diésel, kerosene, búnker C, petróleo crudo, naftas.

Tabla XCIII. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para motores de combustión interna

CONTAMINANTE EMITIDO	OBSERVACIONES	FUENTES EXISTENTES	FUENTES NUEVAS	UNIDADES [1]
Partículas Totales	– –	350	150	mg/m^3
Óxidos de Nitrógeno	– –	2 300	2 000	mg/m^3
Dióxido de Azufre	– –	1 500	1 500	mg/m^3

Fuente: Texto Unificado De Legislación Ambiental, Libro Vi, Anexo 3

Notas: [1] mg/m3: miligramos por metro cúbico de gas a condiciones normales de 1 013 milibares de presión y temperatura de 0 °C, corregidos a 15% de O2, en base seca.

ANEXO 5

La presente norma técnica determina o establece:

- Los niveles permisibles de ruido en el ambiente, provenientes de fuentes fijas.
- Los límites permisibles de emisiones de ruido desde vehículos automotores.

- Los valores permisibles de niveles de vibración en edificaciones.
- Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido.

OBJETO

La presente norma tiene como objetivo el preservar la salud y bienestar de las personas, y del ambiente en general, mediante el establecimiento de niveles máximos permisibles de ruido. La norma establece además los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido en el ambiente, así como disposiciones generales en lo referente a la prevención y control de ruidos.

Se establecen también los niveles de ruido máximo permisibles para vehículos automotores y de los métodos de medición de estos niveles de ruido. Finalmente, se proveen de valores para la evaluación de vibraciones en edificaciones.

7.5 Línea Base Ambiental

La determinación de la línea de base ambiental es fundamental, para definir las características iniciales de los componentes ambientales (físicos, biológicos y socio-económicos) del sector donde se ejecutara el proyecto.

Para el estudio del componente físico los datos se recolectaron del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI y de fuentes bibliográficas.

En cuanto al componente biológico, se realizaron observaciones in-situ y con respecto al componente socio-económico, la información se obtuvo del último censo de población y vivienda realizado por le INEC a la provincia de Santa Elena.

7.5.1 Caracterización del medio físico

TEMPERATURA

Los valores mínimos y máximos de la temperatura del aire oscilan entre 16-24°C y 24-32°C, respectivamente, mientras que la temperatura promedio interanual es de 23.4°C. Los eventos el Niño- Oscilación del Sur (ENOS), origina una corriente de

aire húmedo que se dirige hacia el este, perdiendo humedad por el efecto de las elevaciones de Chongon-Colonche.

A continuación se presenta la Tabla XCII con las estaciones y las temperaturas medias mensuales y anuales. [8]

Tabla XCIV. Temperatura media mensual y anual en grados centígrados

NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
SALINAS	25,1	25,9	26,1	25,4	24	22,9	21,7	21	21,1	21,8	22,5	23,8	23,4
ANCON	25,18	26,12	26,16	25,45	24,53	22,79	21,86	21,12	21,2	21,9	22,55	24,01	23,57
EL AZUCAR	25,78	26,63	26,22	26,12	24,85	23,32	22,37	22,36	22,6	22,7	23,28	24,46	24,22
PROMEDIO	**25,35**	**26,22**	**26,16**	**25,66**	**24,46**	**23,00**	**21,98**	**21,49**	**21,60**	**22,15**	**22,78**	**24,09**	**23,73**

Fuente: Información Meteorológica Del INAMHI - Clirsen-Magap 2.012 - [8]

PRECIPITACIÓN

Las altas precipitaciones se inician en diciembre y finalizan en abril, mientras que las bajas precipitaciones se presentan de junio a octubre. (Estación seca). En los años que se presenta un fenómeno El Niño las lluvias acumuladas pueden alcanzar unos 2.800mm/año, que representan unas cuatro veces el valor promedio interanual, estimado en 66mm/año, como referencia se tiene los eventos de 1.982-1.983 y 1.997 a 1.998. En años de no fenómeno El Niño, el ciclo anual de

precipitación presenta una alta variabilidad durante la estación lluviosa, que puede alcanzar los 190mm/mes a 200mm/mes, siendo marzo el mes más lluvioso. En los meses de la estación seca la precipitación y su variabilidad son muy cercanas a cero, esto se da en los meses de julio y noviembre (Tabla XCIII). [8]

Tabla XCV. Precipitación media mensual en milímetros de estaciones meteorológicas

COD	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
M174	ANCON	14,83	86,96	24,93	14,06	5,45	0	0,1	0	0	0,52	0,19	2,29	149,33
M619	MANGLARALTO	37,86	102,72	85,67	34	12,57	15,9	24	18,7	11,5	29,37	11,4	3,68	387,33
M782	BARCELONA	68,15	141,09	100,23	97,07	37	13,6	13,3	7,43	8,26	13,58	5,36	5,77	510,79
M474	FEBRES CORDERO	44,02	82,04	74,28	27,92	12,55	17,6	9,69	28,8	34,3	28,96	11,4	17,99	389,44
M780	COLONCHE	25,86	116,76	83,91	43,21	8,16	4,96	3,03	4,68	1,03	5,07	4,15	2,58	303,4
M778	CARRIZAL	35,56	157,84	327,36	182,5	36,94	2,65	3,69	3,35	0,61	5,58	0,98	7,65	764,74
M472	JULIO MORENO	89,24	156,59	218,13	81,57	28,85	10,9	0,68	0,52	1,94	4,48	0,78	14,06	607,7
M223	EL AZUCAR	61,99	97,21	50,17	20,12	2,55	0,94	0	0,23	0	1,02	0,03	1,68	235,93
M245	EL SUSPIRO	71,7	108,9	86,4	35	12,5	15,3	20,2	16,8	10,9	29,4	9,9	10,3	427,2
M473	ZAPOTAL-SANTA ELENA	94,97	120,35	207,31	199,4	9,89	15,8	5,42	2,98	6,29	8,76	2,6	10,96	684,68
M783	SALANGUILLO	90,9	162,4	136,2	51,3	22,5	6,8	5	9,6	4,7	4,6	21,6	39,7	555,1
TOTAL		635,1	1332,9	1394,6	786,2	189	104	85,1	93	79,5	131,3	68,3	116,66	5.015,64

Fuente: Clirsen-Magap 2.012 – Equipo Tecnico Pdyot – Gadm Santa Elena 2.014 [8]

HIDROGRAFÍA

Las cabeceras de las grandes cuencas se encuentran en la cordillera Chongón Colonche y existen 12 unidades geográficas de diferentes órdenes de cauce, considerando como las más extensas e importantes a las siguientes: [9]

- Río Ayampe
- Río Manglaralto
- Río Valdivia
- Río Viejo
- Río Javita
- Río Grande
- Río Zapotal

OROGRAFÍA

La principal característica del cantón es que se encuentra al borde de la costa del Océano Pacífico, y su relieve, en el centro y oeste del territorio es de poca variación. Por el sector este del cantón se presentan elevaciones llegando algunas hasta 837 metros sobre el nivel del mar (msnm), lo cual se encuentra determinado por la presencia de la Cordillera Chongón Colonche, la misma que atraviesa el límite este del cantón con una dirección sureste a noroeste. Esta cordillera se encuentra a una distancia aproximada de 55 km de la cabecera urbana.

La zona urbana del cantón, presenta variaciones de elevaciones que van desde 0 msnm hasta 90 msnm en el este, junto al Cerro El Tablazo.

A lo largo de la vía Guayaquil-Santa Elena, que es el principal sistema de comunicación terrestre con el cantón, existen pocas variaciones de elevación, con un valor máximo de 70 msnm. [9]

7.5.2 Caracterización del medio biológico

FLORA

Sus bosques tienen maderas finas, como el Guayacán y el Laurel, entre otros, que alcanzan aquí su mejor desarrollo y cuando pasan a la región húmeda desmerecen. En la Sabana se encuentran también algunos árboles siempre verdes, como el Guanábano (Anona muricata) y otros del mismo género (A. Uliginosa; A bonpladiana), el barbasco (Jacquinae pubescens) de flores aromáticas y fruta venenosa, tamarindos, etc.

En los bosques de la península, la irracional intervención del hombre ha reducido considerablemente el número y densidad de las especies forestales mediante su tala indiscriminada y la producción de carbón vegetal, con la grave consecuencia de acentuar la desertización del área.

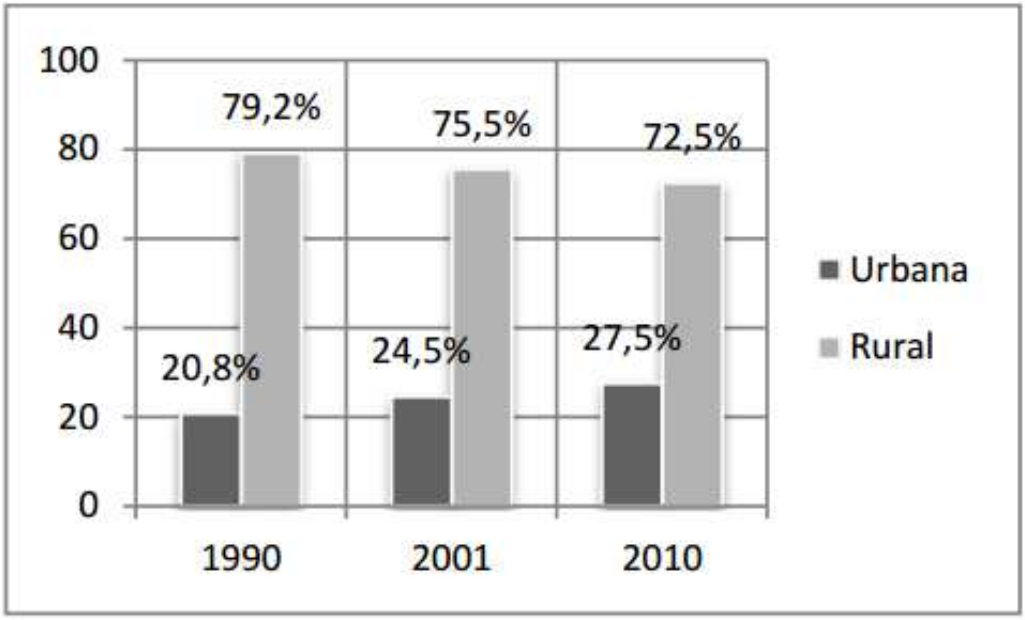
FAUNA

La fauna del sector es muy diversa, se encuentran variedades de animales como: tigrillos, ardillas, conejos, serpientes, colibríes, garrapateros, gavilanes, chorrocotines, palomas, cabras salvajes y venado cola blanca el cual se encuentra amenazado.

7.5.3 Caracterización del medio social y económico

El Cantón Santa Elena según el VII Censo de Población del año 2010, tiene una población total de 144.076 habitantes que están distribuidos en 39.681 habitantes en la zona urbana y 104.395 en la zona rural (Ilustración 7.1), representando el 46,7% de la población provincial. La distribución de la población urbana-rural indica que el cantón tiene una vocación rural, ya que el 72.5% de la población se encuentra en esta zona, lo cual se debe a lo extenso de la zona rural con relación a la urbana, que es de 99.5% del territorio. [9]

Ilustración 7.1. Porcentaje de población urbana y rural del cantón Santa Elena



Fuente: INEC - [9]

Los principales elementos que inciden en el área productiva del cantón Santa Elena, está conformado por el Sistema de Almacenamiento y Transporte de GLP para la Zona Sur del País, la infraestructura petrolera y la infraestructura turística.

El campamento dispone de una terminal marítima, una terminal de almacenamiento y un sistema de despacho ubicados en el sitio Monteverde, en el centro del cantón. Este sistema se complementa con un gaseoducto que recorre desde Monteverde hasta el sector El Chorrillo, parroquia Pascuales, kilómetro 21 vía a Daule en la provincia del Guayas.

Los pozos de extracción de petróleo se encuentran al sur del cantón en la parroquia de Ancón que comprende todas las facilidades petroleras de balancines, tanques de almacenamiento y tuberías de transporte. [9]

7.6 Determinación de las áreas de influencia del proyecto

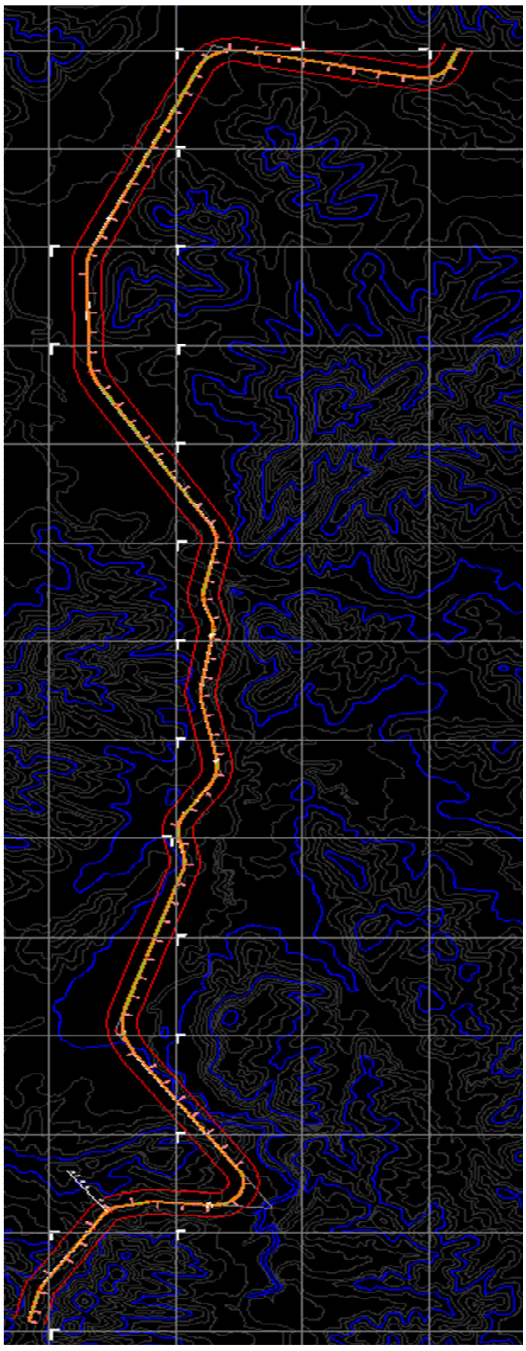
7.6.1 Área de influencia directa

Basándonos en la carta topográfica de la provincia de Santa Elena proporcionada por el IGM y en el levantamiento topográfico obtenido de los estudios realizados por la empresa **Obras Hidráulicas Ecuador**, se determina que el área de influencia para una carretera tipo III es de aproximadamente 60 m, desde el eje de la vía hacia cada uno de sus lados y a lo largo de la trayectoria de la vía.

7.6.2 Área de influencia indirecta

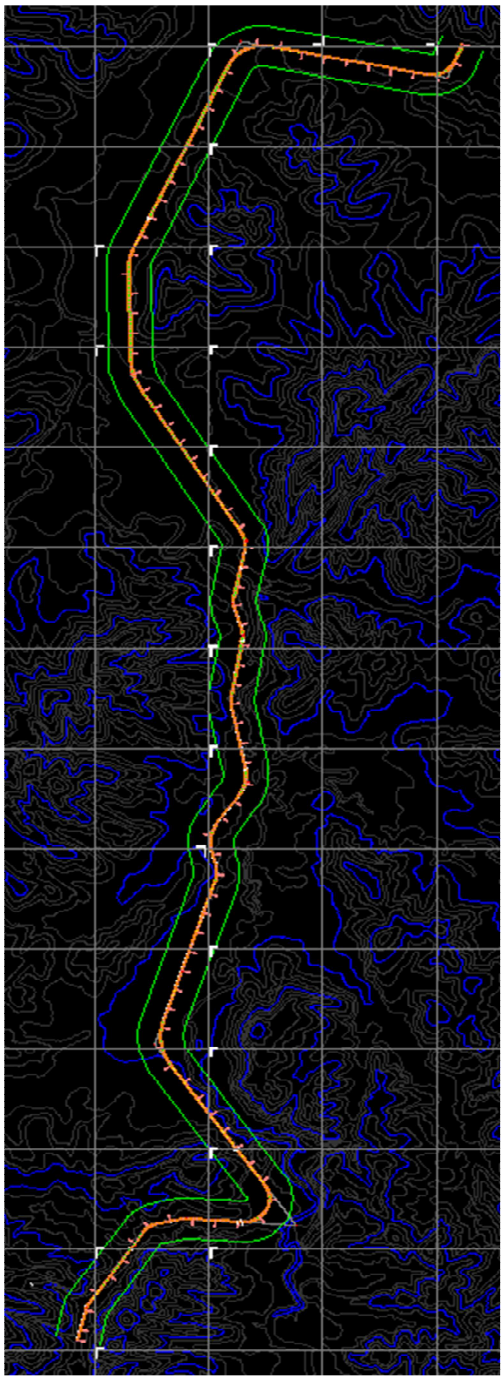
Como área de influencia indirecta se establecen 100 m, desde el eje de la vía hacia cada uno de sus lados y a lo largo de la trayectoria, se considera que en los 100 metros se consideran especies vegetales, hábitat de animales, haciendas y viviendas.

Ilustración 7.2. Área de influencia directa



Fuente: Empresa Obras Hidráulicas Ecuador

Ilustración 7.3. Área de influencia indirecta



Fuente: Empresa Obras Hidráulicas Ecuador

7.7 Impactos Ambientales

7.7.1 Impactos Ambientales Positivos

- Uno de los principales impactos positivos, tras la creación de una carretera, es el crecimiento socioeconómico que tendrán las comunidades de Sacachún y La Cienega, ya que permitirá que la circulación de los vehículos sea optima y más ágil.
- Que la circulación de vehículos sea normal en la época invernal, sin preocuparse de inundaciones o baches.
- Proporcionar de empleo temporal a los habitantes de comunidades aledañas
- Facilidad de acceso a lugares turísticos
- Facilidad de movilización de las comunas hacia centros de salud y centros de educación

7.7.2 Impactos Ambientales Negativos

- Alteración de la capa vegetal y de la fauna del sector.
- Contaminación del aire por la producción de polvo y emisión de ruido de las maquinarias.
- Contaminación del suelo por la limpieza y desbroce del terreno.

- Contaminación de afluentes de agua subterránea y superficial, por la producción de desecho originados en la construcción.
- Posibles enfermedades a obreros y comuneros que habitan cercano a la construcción, por la emisión de polvo y contaminantes.

7.8 Valorización y Evaluación de los Impactos Ambientales

En la Tabla XCIV se destacan los Impactos Ambientales Negativos, mediante las actividades a realizar en las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la obra; y se mencionan cada uno de los medios que se verán afectados por dichas actividades.

Mediante el método de las matrices del **Banco Interamericano de Desarrollo**, se determinó la matriz de **Valoración del Impacto Ambiental**, en el cual se destacan los medios más afectados y las actividades más relevantes y contaminantes para la ejecución de la obra en las diferentes etapas, de construcción y operación de la vía. (Tabla XCV y Tabla XCVI).

Tabla XCVI. Actividades y medios afectados

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA			X	X	X	X		X		X	X	
	COLOCACIÓN DE EJE Y LATERALES PARA MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CORTE Y RELLENO											X	
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)			X	X	X	X		X		X	X	
	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS PVC Y ALCANTARILLAS				X		X					X	
	RELLENO			X	X	X	X					X	
	COMPACTACIÓN			X	X		X					X	
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO				X	X	X					X	
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO				X		X					X	
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO			X	X		X					X	
	COLOCACIÓN DE SUB-BASE				X	X	X					X	
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO			X	X	X	X					X	
	RIEGO DE MATERIAL DE SUB-BASE				X	X	X					X	
	COMPACTACIÓN DE SUB-BASE			X	X		X					X	
	ENCOFRADO DE CUNETAS				X							X	
	IMPRIMACION ASFALTICA				X	X	X					X	
	FUNDICIÓN DE CUNETAS			X		X	X					X	
	COLOCACION DE ESTRIBOS			X	X	X						X	
	COLOCACION DE VIGAS				X	X						X	
	COLOCACION DE TABLERO				X	X						X	
	FUNDICION DE CARPETA ASFALTICA				X	X	X					X	
	COLOCACION BARRERAS NEW JERSEYS					X						X	
	PINTURA Y ACABADO						X					X	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR				X	X	X						
	SEÑALIZACIÓN											X	
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN				X	X	X					X	X
	LIMPIEZA DE CUNETAS					X						X	X
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS				X		X					X	X
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA				X	X	X					X	X

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XCVII. Matriz de valoración de impacto ambiental (Fase de Construcción)

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS		
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA				
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO	
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0.0	0.0	7.1	6.2	6.7	6.7	0.0	7.1	0.0	7.1	2.9	0.0	43.9
	COLOCACIÓN DE EJE Y LATERALES PARA MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CORTE Y RELLENO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	1.7
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0.0	0.0	5.2	4.0	4.0	4.0	0.0	3.0	0.0	3.0	2.2	0.0	25.3
	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS PVC Y ALCANTARILLAS	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	7.6
	RELLENO	0.0	0.0	2.4	1.7	2.4	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	12.4
	COMPACTACIÓN	0.0	0.0	1.7	2.2	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	9.4
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0.0	0.0	0.0	3.3	2.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	10.1
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	6.9
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0.0	0.0	1.7	2.2	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	9.4
	COLOCACIÓN DE SUB-BASE	0.0	0.0	0.0	3.0	3.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	11.6
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0.0	0.0	1.3	1.3	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	7.6
	RIEGO DE MATERIAL DE SUB-BASE	0.0	0.0	0.0	2.5	2.9	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	10.9
	COMPACTACIÓN DE SUB-BASE	0.0	0.0	1.7	2.2	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	9.4
	ENCOFRADO DE CUNETAS	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	4.6
	IMPRIMACION ASFALTICA	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	15.0
	FUNDICIÓN DE CUNETAS	0.0	0.0	2.9	0.0	2.9	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	11.6
	COLOCACION DE ESTRIBOS	0.0	0.0	4.0	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	15.0
	COLOCACION DE VIGAS	0.0	0.0	0.0	2.9	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	8.7
	COLOCACION DE TABLERO	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	8.0
	FUNDICION DE CARPETA ASFALTICA	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	10.9
	COLOCACION BARRERAS NEW JERSEYS	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	4.2
	PINTURA Y ACABADO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	6.9
		0.0	0.0	28.1	51.3	43.1	49.2	0.0	10.1	0.0	10.1	59.1	0.0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XCVIII. Matriz de valoración de impacto ambiental (Fase de Operación y Mantenimiento)

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS		
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA				
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0.00	0.00	0.00	6.28	3.86	6.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.85
	SEÑALIZACIÓN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.23	0.00	4.23
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0.00	0.00	0.00	3.89	3.13	4.96	0.00	0.00	0.00	0.00	3.71	4.25	19.94
	LIMPIEZA DE CUNETAS	0.00	0.00	0.00	0.00	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.98	4.25	12.52
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	0.00	0.00	0.00	3.45	0.00	3.89	0.00	0.00	0.00	0.00	3.71	4.25	15.30
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0.00	0.00	0.00	5.88	5.42	4.96	0.00	0.00	0.00	0.00	2.82	4.25	23.33
		0.00	0.00	0.00	19.50	16.70	20.51	0.00	0.00	0.00	0.00	18.45	17.00	

Fuente: Elaboracion Propia

7.9 Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental, toma a consideración las labores o actividades más relevantes que generan el mayor impacto ambiental sobre la zona en las diferentes etapas del proyecto, se elabora tomando en consideración los resultados obtenidos en las matrices de Valoración de Impacto Ambiental y en las Matrices de Rango de Significancia de Impacto Ambiental y su correspondiente análisis.

7.9.1 Medidas de Corrección o Mitigación

Acciones que se realizan para mitigar impactos negativos durante las diferentes fases del proyecto; minimiza y controla aquellos impactos que ocurren inevitablemente.

7.9.2 Medidas Compensatorias

Corresponde a las acciones que realiza la empresa, en cuanto a la información proporcionada a la comunidad sobre el proyecto a desarrollarse; las fases que este tiene y los efectos que tendría sobre el medio.

7.9.3 Medidas de Prevención

Acciones realizadas para precautelar la integridad y salud de los miembros en una determinada obra.

7.9.4 Medidas de Contingencia

Medidas de respuesta inmediata ante situaciones de emergencia, ya sea por causas naturales o por causas antrópicas; permiten evitar o contener impactos, de tal manera que no afecte al medio, a los seres que habitan en él, a los bienes y a la infraestructura.

Tabla XCIX. Plan de manejo ambiental fase de construcción

IMPACTO	*MEDIDAS*	*TIPOS DE MEDIDA*	*COSTO*	*RESPONSABLE*
Contaminación por ruido	Información a los pobladores	Preventiva	2335.39	Constructor y Fiscalizador
	Monitoreo para el control e ruido	Correctiva	136.69	Constructor
Contaminación por polvo	Riego de agua con tanquero, mientras se circula material	Correctiva	184.74	Constructor
	Monitoreo para la calidad del aire	Correctiva	1080	Constructor
Contaminación por gas	Buen estado de maquinaria.	Correctiva	Sin Costo	Constructor
Afectación de la calidad del suelo por diferentes actividades	Cualquier tipo de sustancia tóxica deberá ser recogida para su posterior reciclaje o tratamiento	Correctiva	Sin Costo	Constructor
Seguridad del Trabajador	Disponer de botiquin de primeros auxilios	Preventiva	720	Fiscalizador y Constructor
	Dotar equipos de Seguridad a los obreros	Preventiva	304.8	
	Disponer de baterias sanitarias para los obreros	Preventiva	Incluido en el presupuesto final	
Erosión del suelo	Impermeabilización en la parte alta de los taludes	Correctiva	Incluido en el presupuesto final	Constructor
	Disponer de personal encargado del control de los residuos gnrados por la obra	Correctiva	1538.61	Constructor

Fuente: Elaboración Propia

Tabla C. Plan de manejo ambiental fase de operación y mantenimiento

IMPACTO	*MEDIDAS*	*TIPOS DE MEDIDA*	*COSTO*	*RESPONSABLE*
Falta de senalizacion vial	Colocacion y mantenimiento de la señaletica vial	Preventiva	Incluido en presupuesto	Constructor
Maleza en parte lateral de la via	Personal para el desbroce de maleza	De Control	Sin costo en la obra	Representante municipal
Mantenimiento de la obra	Mantener la obra en buen estado	Preventiva	Sin costo en la obra	Representante municipal
Almacenamiento de Combustibles	Indicar el sitio donde almacnar los combustibles	Preventiva	Incluido en presupuesto	Constructor
Limpieza de cunetas y alcantarillas	Limpiar periodicamente cunetas y alcantarillas para evitar la acumulacion de basura.	Preventiva	Sin costo en la obra	Representante municipal

Fuente: Elaboracion Propia

7.10 Costos Ambientales

Los costos ambientales se presentan a continuación en la Tabla XCIX

Tabla CI. Costos ambientales

SEGURIDAD AMBIENTAL					
11	**MEDIDAS PARA LA SEGURIDAD AMBIENTAL EN OBRA**				
11.1	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	50	3.6822	$ 184.11
11.2	MONITOREO PARA CALIDAD DEL AIRE	u	3	360	$ 1,080.00
11.3	VOLANTES INFORMATIVOS	u	600	3.89232	$ 2,335.39
11.4	BOTIQUIN PRIMEROS AUXILIOS	u	4	180	$ 720.00
11.5	PUNTO DE MONITOREO DE RUIDO	u	3	45.516	$ 136.55
11.6	CONTROL DE RESIDUOS	u	6	252.4032	$ 1,514.42
11.7	PROTECCION PARA EL TRABAJADOR	u	10	30.48	$ 304.80
	SUBTOTAL SEGURIDAD AMBIENTAL				**$ 6,275.27**

Fuente: Elaboracion Propia

Los costos para la mitigación ambiental considerados, son los correspondientes exclusivamente al constructor los mismos que deben ser supervisados por el Fiscalizador.

7.11 Conclusiones y Recomendación

CONCLUSIONES

1. La ejecución del proyecto genera impactos ambientales negativos, generando malestar a los residentes de las poblaciones aledañas, para lo cual se estableció las medidas necesarias para la reducción de estos impactos, con la respectiva información que se debe proporcionar a los habitantes antes de la construcción del proyecto.

2. Estableciendo la línea base del proyecto se destacaron los impactos tanto positivos como negativos, obteniendo beneficios si se ejecuta la obra como el crecimiento económico de los sectores que comunica la carretera.

3. Se determinó los medios que se verán afectados en mayor grado en los procesos de construcción, mantenimiento y operación de la obra; al igual que los impactos ambientales más relevantes; estableciendo un Plan de Manejo Ambiental con las medidas necesarias para mitigar, reducir y controlar dichas afectaciones.

4. Para asegurar la viabilidad del proyecto, la preservación y el equilibrio ambiental es necesario regirse al Plan de Manejo Ambiental establecido, el cual tiene un costo de $7200.23 dólares.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso del Plan de Manejo Ambiental establecido en el proyecto, con el fin de minimizar los impactos que se generen tras la ejecución del proyecto en las diferentes etapas de construcción, operación y mantenimiento.

2. Dar a conocer a los pobladores acerca del beneficio que tiene la construcción de un proyecto vial, para que una vez ejecutada la obra se comprometan a dar un mantenimiento a la misma, en cuanto a desechos arrojados.

CAPÍTULO VIII

PRESUPUESTO

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD EN CIENCIAS DE LA TIERRA

NOMBRES DE LOS PROPONENTES: JUSTINE BRAVO – EDUARDO JALON

PROYECTO: DISEÑO VIA SACACHUN – LA CIENEGA

UBICACIÓN: PROVINCIA DE SANTA ELENA

RUBRO	DETALLE	TOTAL
	VIAL	
1	PRELIMINARES-VIAL	$ 4,076.17
2	MOVIMIENTO DE TIERRA	$ 1,839,937.83
3	PAVIMENTO	$ 1,146,167.57
4	DRENAJE	$ 16,141.85
5	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	$ 161,072.31
	SUBTOTAL	**$ 3,167,395.73**
	PUENTE	
6	PRELIMINARES-PUENTE	$ 93,091.52
7	MOVIMIENTO DE TIERRAS	$ 17,988.67
8	SUBESTRUCTURA	$ 134,597.86
9	SUPERESTRUCTURA	$ 254,883.44
10	ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN OBRA, INFORMACIÓN Y PAISAJISMO	$ 6,054.30
	SUBTOTAL	**$ 506,615.80**
	SEGURIDAD AMBIENTAL	
11	MEDIDAS PARA LA SEGURIDAD AMBIENTAL EN OBRA	$ 6,275.27
	SUBTOTAL	**$ 6,275.27**
	TOTAL	$3,680,286.79
	IVA 14%	$515,240.15
	TOTAL	**$4,195,526.94**

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

INSTITUCIÓN:	**M.I. Municipalidad de Santa Elena**
OBRA:	**Carretera Sacachún-La Cienega**
UBICACIÓN:	**Santa Elena**

PRESUPUESTO

RUBRO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
	VIAL				
1	**PRELIMINARES-VIAL**				
1.1	CONSTRUCCIONES PROVICIONALES (BODEGA, GUARDIANIA, OFICINA)	U	3	49.90	$ 149.70
1.2	INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL	U	1	201.55	$ 201.55
1.3	INSTALACION AAPP PROVISIONAL	U	2	62.30	$ 124.60
1.4	BATERIA SANITARIA PROVISIONAL	U	4	278.58	$ 1,114.32
1.5	CERRAMIENTO PROVISIONAL	ML	100	24.86	$ 2,486.00
				SUBTOTAL:	**$ 4,076.17**
2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
2.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA (INC. DESALOJO)	ha	17.108	1,851.89	$ 31,682.13
2.2	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	171080	1.30	$ 222,404.00
2.3	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN (INC. EL DESALOJO)	m3	59597.09	6.19	$ 368,905.99
2.4	MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO (INC. TRANSPORTE)	m3	97378.11	11.57	$ 1,126,664.73
2.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL NT 1600	m2	38254.65	2.36	$ 90,280.98
				SUBTOTAL:	**$ 1,839,937.83**
3	**PAVIMENTO**				
3.1	SUB-BASE CLASE 1 (INC. TRANSPORTE)	m3	15397.2	28.64	$ 440,975.81
3.2	CAPA/RODADURA/H.ASFALT.MEZC/PLANTA E=5CM (INC. IMPRIMACION.)	m2	76986	9.16	$ 705,191.76
				SUBTOTAL:	**$ 1,146,167.57**
4	**DRENAJE**				
4.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HORM. SIMPLE D=20" INC. ENTIBADO	ml	1	137.52	$ 137.52
4.2	SUMINISTRO E INSTALACION TUB. H.A. D=30" (INC. ENTIBADO)	ml	1	341.72	$ 341.72
4.3	SUMINISTRO E INSTALACION TUB. H.A. D=42" (INC. ENTIBADO)	ml	6	373.74	$ 2,242.44
4.4	EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS (MANUAL) (INC. DESALOJO)ENCOF.	m3	194.41	14.20	$ 2,760.59
4.5	HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE CEMENTO PORTLAND CL- B F'c=280KG/CM2 INC. ENCOF. (MUROS, DUCTOS, CUNETAS)	m3	41.6	114.97	$ 4,782.75
4.6	ACERO DE REFUERZO FY=4200Kg/CM2 (CUNETAS , MUROS, DUCTOS)	kg	624	1.94	$ 1,210.56
4.7	GAVIONES	m3	39	81.10	$ 3,162.90
4.8	GAVIONES TIPO COLCHON RENO	m3	29.9	50.28	$ 1,503.37
				SUBTOTAL:	**$ 16,141.85**

5	**SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL**				
5.1	MARCAS DE PAVIMENTO LÍNEA SEPARACIÓN DE CARRILES DE CIRCULACIÓN. A=150 MM. COLOR AMARILLO. (TIPO LSB-2)'	Km	20.608	575.03	$ 11,850.22
5.2	TACHAS REFLECTIVAS UNIDIRECCIONAL INCLUIDO ADHESIVO Y COLOCACIÓN. COLOR ROJO Y BLANCO.	U	2141.5	7.58	$ 16,232.57
5.3	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. PREVENTIVAS DE CURVA ABIERTA DERECHA 750 X 750 MM. (UN POSTE)	U	8	184.56	$ 1,476.48
5.4	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. PREVENTIVAS DE CURVA ABIERTA IZQUIERDA 750 X 750 MM. (UN POSTE)	U	8	184.56	$ 1,476.48
5.5	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. PREVENTIVAS DE PESO MÁXIMO 750 X 750 MM. (UN POSTE)	U	2	184.56	$ 369.12
5.6	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. PREVENTIVAS DE VELOCIDAD MÁXIMA 750 X 750 MM. (UN POSTE)	U	6	184.56	$ 1,107.36
5.7	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. PREVENTIVAS DE NO ARROJAR BASURA 600 X 600 MM. (UN POSTE)	U	4	162.26	$ 649.04
5.8	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. PREVENTIVAS DE NO ENCENDER FUEGO 600 X 600 MM. (UN POSTE)	U	4	162.26	$ 649.04
5.9	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. INFORMATIVA DE PUENTE 1500 X 1000 MM. (DOS POSTE)	U	2	341.69	$ 683.38
5.10	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. INFORMATIVA CUIDEMOS EL AGUA 1500 X 1000 MM. (DOS POSTE)	U	4	341.69	$ 1,366.76
5.11	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. INFORMATIVA CUIDEMOS LA NATURALEZA 1500 X 1000 MM. (DOS POSTE)	U	4	341.69	$ 1,366.76
5.12	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. PREVENTIVAS DE CAMINO SINUOSO 750 X 750 MM. (UN POSTE)	U	2	184.56	$ 369.12
5.13	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. INFORMATIVA DE CARRETERA 1500 X 1000 MM. (DOS POSTE)	U	2	341.69	$ 683.38
5.14	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA. INFORMATIVA PUENTE JURJA 1500 X 1000 MM. (DOS POSTE)	U	0	341.69	$ 0.00
5.15	SUMIN.E INSTAL/GUARDACAMINO SENCILLO (TIPO-FLEX-BEAM)	ML	1874.41	65.51	$ 122,792.60
				SUBTOTAL:	**$ 161,072.31**
				SUBTOTAL VIAL:	**$ 3,167,395.73**

PUENTE					
6	**PRELIMINARES-PUENTE**				
6.1	ESTUDIO DE SUELO EN SITIO DE ESTRIBOS	U	2	8,232.00	$ 16,464.00
6.2	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	2000	1.30	$ 2,600.00
6.3	GUARDIANÍA	mes	12	6,168.96	$ 74,027.52
				SUBTOTAL:	**$ 93,091.52**
7	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
7.1	EXCAVACIÓN Y DESALOJO	m3	625	12.01	$ 7,506.25
7.2	RELLENO CON MATERIAL IMPORTADO	m3	453	23.14	$ 10,482.42
				SUBTOTAL:	**$ 17,988.67**
8	**SUBESTRUCTURA**				
8.1	HORMIGON PREMEZCLADO BOMBEABLE F'C= 320 Kg/cm2 Inc. Encofrado	m3	226	245.00	$ 55,370.00
8.2	REPLANTILLO DE HORMIGÓN F C:180 KM/CM2	m3	5	11.69	$ 58.45
8.3	PLACAS DE NEOPRENO INCRISTADAS METÁLICAS 50X50X5 CM	m2	12.6	347.02	$ 4,372.45
8.4	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2	Kg	37968	1.97	$ 74,796.96
				SUBTOTAL:	**$ 134,597.86**
9	**SUPERESTRUCTURA**				
9.1	VIGAS PREFABRICADAS PRETENSADAS (42.00 m), TRASPORTE Y MONTAJE	u	4	31,107.22	$ 124,428.88
9.2	HORMIGON PREMEZCLADO F'C= 320Kg/cm2 (losa superior y muros) Inc. Encofrado	m3	257	245.00	$ 62,965.00
9.3	JUNTA TIPO TRANSFLEX 250 O SIMILAR	mL	18	615.32	$ 11,075.76
9.4	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASFALTICO E=5,0 CM (INC. IMPRIM Y TRANS)	m2	558	9.14	$ 5,100.12
9.5	DRENAJE EN TUBERIA PVC RDE 21 DE 4" PARA PUENTES	mL	84	6.65	$ 558.60
9.6	BARRERAS DE HORMIGÓN TIPO NEW JERSEY	mL	84	214.52	$ 18,019.68
9.7	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2 (losa superior y muros)	Kg	16873.92	1.94	$ 32,735.40
				SUBTOTAL:	**$ 254,883.44**
10	**ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN OBRA, INFORMACIÓN Y PAISAJISMO**				
10.1	PINTURA DE TRÁFICO (TODA LA OBRA)	m2	558	10.85	$ 6,054.30
				SUBTOTAL:	**$ 6,054.30**
				SUBTOTAL PUENTE	**$ 506,615.80**

SEGURIDAD AMBIENTAL					
11	**MEDIDAS PARA LA SEGURIDAD AMBIENTAL EN OBRA**				
11.1	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	50	3.6822	$ 184.11
11.2	MONITOREO PARA CALIDAD DEL AIRE	u	3	360	$ 1,080.00
11.3	VOLANTES INFORMATIVOS	u	600	3.89232	$ 2,335.39
11.4	BOTIQUIN PRIMEROS AUXILIOS	u	4	180	$ 720.00
11.5	PUNTO DE MONITOREO DE RUIDO	u	3	45.516	$ 136.55
11.6	CONTROL DE RESIDUOS	u	6	252.4032	$ 1,514.42
11.7	PROTECCION PARA EL TRABAJADOR	u	10	30.48	$ 304.80
				SUBTOTAL SEGURIDAD AMBIENTAL	**$ 6,275.27**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Se propusieron tres alternativas en cuanto al diseño vial de la carretera Sacachún – La Ciénega, desarrollando una de ellas, la cual se seleccionó basándose en aspectos éticos, morales y sociales; analizando la parte técnica y considerando las restricciones económicas y ambientales para garantizar la viabilidad del proyecto y que se desarrolle en base a las normas establecidas por el MTOP y los requerimientos del Plan de buen vivir.

2. Analizando las condiciones topográficas del terreno y realizando el estudio de tráfico pertinente, se elaboró el diseño vial para la carretera Sacachún – La Ciénega basándose en las normas establecidas por el MTOP en cuanto a velocidades de diseño, radios mínimos, peraltes, longitudes de curvas,

distancias de visibilidad, etc.; obteniendo una carretera Tipo III o camino vecinal.

3. Basándose en los estudios de suelo realizado en diferentes abscisas de la ruta, se estableció el tipo de pavimento y la estructura del mismo a emplear; mediante el método AASHTO 1993, obteniendo, para la capa de sub-base un espesor de 20 cm y para el asfalto un espesor de 5 cm.

4. El material a ser usado como sub-base y mejoramiento es obtenido de la cantera Villingota, que se encuentra ubicada a 24.9 kilómetros del centro del proyecto. Para el asfalto se trae material de la cantera Chivería ubicada a 121 kilómetros del centro del proyecto. Las características de los materiales se encuentran descritas en el Capítulo IV de Diseño de Pavimento.

5. Para las obras de drenaje y captación de agua, se realizaron los estudios de las cuencas hidrográficas del sector, obteniendo, los caudales máximos de captación, la capacidad de cada alcantarilla y se diseñaron las debidas protecciones a la salida de las alcantarillas, considerando la geomorfología del terreno y las pendientes medias en los tramos donde se alzan colinas.

6. El diseño del puente se basó en las normas AAHSTO LRFD 2012, obteniendo un puente de doble carril de circulación con ancho total de calzada de 9 metros, considerando carriles de 3 metros y espaldón de 1.5 metros. La longitud total es de 42 metros, pendientes de subida y bajada del 0% y velocidad de diseño de 50 km/h de acuerdo a las normas MTOP. Para los estribos se deja 3 metros al inicio y fin del puente para evitar los efectos de socavación. Se emplearán 4 vigas de hormigón preforzado Tipo VI.

7. Se elaboró el presupuesto referencial de la obra, considerando el diseño vial, diseño del puente y la seguridad ambiental del proyecto, con sus respectivos análisis de precios unitarios.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar calicatas cada 200 metros de longitud de la carretera y realizar los respectivos ensayos de calidad del suelo, para mejor apreciación del tipo de suelo que se dispone en el sector.

2. Realizar estudios locales de ubicación de canteras aledañas al sitio de construcción de la vía Sacachun – La Ciénega.

3. En cuanto al puente se recomienda realizar perforaciones en cada estribo, para determinar las características del suelo, al igual que el estudio hidrológico sectorizado de la cuenca.

4. En cuanto a los estudios de socavación realizados en el puente, se aprecian valores negativos en las zonas de borde del rio, por lo cual no se puede determinar la existencia de socavación por el método empleado, se recomienda usar métodos alternativos para establecer si se manifestara socavación en el lecho del rio.

5. En base a los porcentajes de expansión y los valores determinados en el estudio de CBR, se recomienda extraer al menos 1 metro de profundidad de terreno natural a lo largo de toda la vía y reemplazarlo con material de préstamo importado granular en secciones de corte y para secciones de relleno tener un terraplén de al menos 1 metro de altura.

6. Con la finalidad de garantizar el tránsito permanente en cualquier época del año, evitando derrumbes y fallas en los taludes, se recomienda usar pendientes de corte de 1H: 1V y de relleno de 2H: 1V. Si en la ejecución del proyecto se evidencian que los taludes propuestos no cumplen con las expectativas de estabilidad, entonces es necesario realizar los estudios y ejecutar los procedimientos de estabilización de taludes adecuados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] J. B. -. R. RODRIGUEZ, MECANICA DE SUELOS - TOMO 1 - FUNDAMENTOS DE LA MECANICA DE SUELOS, MEXICO: LIMUSA, 2005.

[2] CENTRO PERUANO JAPONES DEINVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES, *SEMINARIO TALLER DE MECANICA DE SUELOS Y EXPLORACION GEOTECNICA,* 1992.

[3] D. P. CODUTO, GEOTECHNICAL ENGINEERING - PRINCIPLES AND PRACTICES, NEW JERSEY: PRENTICE HALL INC. , 1999.

[4] CONSULNAC, "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOSDE LA CARRETERA ENGUNGA – ENGABAO – PLAYAS (INFORME DE MINAS Y CANTERAS)," GUAYAQUIL, 2012.

[5] EQUIPO CONSULTOR - CONSULNAC, "FUENTE: EQUIPO CONSULTOR, 2013 - ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD, IMPACTOS AMBIENTALES, E INGENIERÍA: PRE - PRELIMINARES, PRELIMINARES Y DEFINITIVOS DE LA CARRETERA CUENCA - GIRÓN - PASAJE, TRAMO LÉNTAG - RIO SAN FRANCISCO DE 50 KM DE LONGITUD.," GUAYAQUIL, 2013.

[6] CONSULNAC, "ESTUDIOS DE PRE-FACTIBILIDAD, FACTIBILIDAD, EVALUACIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES E INGENIERÍA DEFINITIVOS DE LA CARRETERA ENGUNGA - PLAYAS - POSORJA.," GUAYAQUIL, 2013.

[7] DEPARTAMENTO DE MONTES (DEPOSITO DE DOCUMENTOS DE LA FAO), "IDENTIFICACION Y VALORACIO DE IMPACTOS," 15 JULIO 2016 . [Online]. Available: http://www.fao.org/docrep/V9727S/v9727s0a.htm.

[8] G. A. D. M. D. S. ELENA, "PLAN DE DESARROLLO Y ORDEENAMIETO TERRITORIAL-CANTON SANTA ELENA 2014-2019".

[9] C. D. A. Y. D. S. CAS-ESPOL, "PROYECTO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD Y REDUCCION DE RIESGO DE DESASTRES A NIVL MUNICIPAL EN EL ECUADOR ECHO/DIP/BUD/2011/91002-ANALISIS DE VULNERABILIDAD DEL CANTON SANTA ELENA," GUAYAQUIL, 2013.

[10] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR, *VOLUMEN 1 - PROCEDIMIENTOS DE PROYECTOS VIALES - NORMA ECUATORIANA VIAL - NEVI-12 - MTOP,* QUITO, PICHINCHA, 2013.

[11] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR, *VOLUMEN N°2 - LIBRO A NORMA PARA ESTUDIOS DE DISEÑOS VIALES,* QUITO, PICHINCHA, 2013.

[12] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR, *VOLUMEN N°3 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES,* QUITO, PICHINCHA, 2013.

[13] AASHTO, *A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS,* 1994.

[14] I. E. D. NORMALIZACIÓN, *SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL,* QUITO, PICHINCHA, 2011.

[15] INEN, *MECANICA DE SUELOS- DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO - METODO DE CASA GRANDE,* 1982.

[16] INEN, *MECANICA DE SUELOS - DETERMINACION DELLIMITE PLASTICO,* 1982.

[17] E. G. -. B. I. D. DESARROLLO, *GESTIÓN Y FUNDAMENTOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL,* SANTIAGO, 2007.

[18] CONGRESO NACIONAL - LA COMISION DE LEGISLACION Y CODIFICACION, *LEY DE GESTION AMBIENTAL, CODIFICACION,* 2004.

[19] MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES, *ESPECIFICACIONES GENERALESS PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES,* QUITO, 2002.

[20] *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008,* 2011.

[21] PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, *CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL AUTONOMIA DESCENTRALIZACION,* 2010.

[22] ASAMBLEA NACIONAL DELA REPUBLICA DEL ECUADOR, *LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA,* QUITO, 2014.

[23] LA JUNTA MILITAR DE GOBIERNO, *LEY DE CAMINOS,* 1998.

[24] *LEY ORGANICA DE TRANSPORTE TERRESTRE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL,* 2014.

[25] MINISTERIO DEL AMBIENTE, *REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA,* QUITO, 2015.

[26] *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA.*

[27] *NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS DE COMBUSTION.*

[28] *LIMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MOVILES, Y PARA VIBRACIONES.*

[29] CONGRESO NACIONAL, *LEY ORGANICA DE SALUD.*

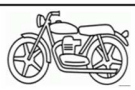
[30] INEN, *TAMICES DE ENSAYO - DIMENSIONES NOMINALES DE LAS ABERTURAS.*

[31] MINISTERIO DE TRASPORTE Y OBRAS PUBLICAS, "NORMAS DE DISENO GEOMETRICO DE CARRETERAS," QUITO, 2003.

APÉNDICE

1. ESTUDIO DE TRÁNSITO

LUNES 6 DE JUNIO 2016

HORA	LIVIANOS		BUSES Y BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
	AUTOMOVIL	MOTOS		C2	
					
08h00 09h00	0	4	0	0	**4**
09h00 10h00	3	4	0	0	**7**
10h00 11h00	3	0	1	0	**4**
11h00 12h00	0	0	0	2	**2**
12h00 13h00	4	6	0	0	**10**
13h00 14h00	7	9	0	0	**16**
14h00 15h00	0	5	2	0	**7**
15h00 16h00	4	2	0	1	**7**
16h00 17h00	1	5	0	0	**6**
17h00 18h00	0	1	0	0	**1**
18h00 19h00	2	0	0	0	**2**
TOTAL	**24**	**36**	**3**	**3**	**66**

MARTES 7 DE JUNIO 2016

HORA	LIVIANOS		BUSES Y BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
	AUTOMOVIL	MOTOS		C2	
08h00 09h00	3	3	0	0	**6**
09h00 10h00	5	6	1	0	**12**
10h00 11h00	2	6	0	1	**9**
11h00 12h00	0	5	0	0	**5**
12h00 13h00	5	14	3	0	**22**
13h00 14h00	1	4	0	0	**5**
14h00 15h00	7	4	0	1	**12**
15h00 16h00	2	3	0	0	**5**
16h00 17h00	6	0	0	0	**6**
17h00 18h00	0	2	0	0	**2**
18h00 19h00	0	0	0	0	**0**
TOTAL	**31**	**47**	**4**	**2**	**84**

MIERCOLES 8 DE JUNIO 2016

HORA	LIVIANOS		BUSES Y BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
	AUTOMOVIL	MOTOS		C2	
08h00 09h00	0	3	0	0	**3**
09h00 10h00	2	5	0	2	**9**
10h00 11h00	6	12	0	0	**18**
11h00 12h00	8	9	0	0	**17**
12h00 13h00	5	7	1	0	**13**
13h00 14h00	1	5	2	0	**8**
14h00 15h00	0	4	0	0	**4**
15h00 16h00	2	5	0	0	**7**
16h00 17h00	2	3	0	0	**5**
17h00 18h00	0	3	1	0	**4**
18h00 19h00	1	2	0	0	**3**
TOTAL	**27**	**58**	**4**	**2**	**91**

JUEVES 9 DE JUNIO 2016

HORA	LIVIANOS		BUSES Y BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
	AUTOMOVIL	MOTOS		C2	
08h00 09h00	1	0	0	0	**1**
09h00 10h00	2	7	2	0	**11**
10h00 11h00	5	10	1	0	**16**
11h00 12h00	0	6	0	1	**7**
12h00 13h00	6	4	1	0	**11**
13h00 14h00	4	9	0	1	**14**
14h00 15h00	2	7	0	0	**9**
15h00 16h00	8	3	0	0	**11**
16h00 17h00	2	5	0	0	**7**
17h00 18h00	0	3	0	0	**3**
18h00 19h00	0	3	0	0	**3**
TOTAL	**30**	**57**	**4**	**2**	**93**

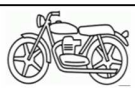
VIERNES 10 DE JUNIO 2016

HORA	LIVIANOS		BUSES Y BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
	AUTOMOVIL	MOTOS		C2	
08h00 09h00	0	0	0	0	**0**
09h00 10h00	2	5	0	1	**8**
10h00 11h00	1	4	2	0	**7**
11h00 12h00	3	8	0	1	**12**
12h00 13h00	3	10	0	1	**14**
13h00 14h00	4	4	0	0	**8**
14h00 15h00	7	12	1	0	**20**
15h00 16h00	1	3	0	0	**4**
16h00 17h00	2	4	0	0	**6**
17h00 18h00	1	2	0	0	**3**
18h00 19h00	0	0	0	0	**0**
TOTAL	**24**	**52**	**3**	**3**	**82**

SABADO 11 DE JUNIO 2016

HORA	LIVIANOS		BUSES Y BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
	AUTOMOVIL	MOTOS		C2	
08h00 09h00	3	4	0	0	**7**
09h00 10h00	4	5	3	1	**13**
10h00 11h00	6	11	0	0	**17**
11h00 12h00	3	9	1	1	**14**
12h00 13h00	6	8	1	0	**15**
13h00 14h00	4	4	0	0	**8**
14h00 15h00	2	8	0	1	**11**
15h00 16h00	3	3	2	0	**8**
16h00 17h00	2	6	0	0	**8**
17h00 18h00	1	4	1	0	**6**
18h00 19h00	0	2	0	0	**2**
TOTAL	**34**	**64**	**8**	**3**	**75**

DOMINGO 12 DE JUNIO 2016

HORA	LIVIANOS		BUSES Y BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
	AUTOMOVIL	MOTOS		C2	
					
08h00 09h00	0	0	0	0	**0**
09h00 10h00	0	3	0	0	**3**
10h00 11h00	0	0	0	0	**0**
11h00 12h00	1	0	0	0	**1**
12h00 13h00	0	1	1	0	**2**
13h00 14h00	2	3	0	0	**5**
14h00 15h00	1	6	0	0	**7**
15h00 16h00	0	1	0	0	**1**
16h00 17h00	0	0	0	0	**0**
17h00 18h00	0	0	0	0	**0**
18h00 19h00	0	0	0	0	**0**
TOTAL	**4**	**14**	**1**	**0**	**19**

2. DETALLE DEL ALINEAMIENTO DE LAS CURVAS HORIZONTALES

PI1		
0+180.858		
X		562457.800
Y		9748048.634
α1	+	79° 46' 00''
PC1		0+088.938
PT1		0+242.079
R1		110.000
T1		91.920
E1		33.350
CL1		141.070
F1		25.591
LC1		153.141
CHD1		

CURVA HORIZONTAL DERECHA N° 1					
PI1	0+180.858	**Calculo:**	Justine Bravo - Eduardo Jalon		**Fecha: 10/07/16**
R1	110.000	**Aparato:**	Estacion Total SOKKIA FX-105		**Hoja:**1
α1	79° 46' 00''		**α1/2 :**	39° 53' 00''	
Abcisa		**Dist. Parcial**	**Dist. Acum.**	**Ang. Repl.**	**A.R. Acum.**
PC	0+088.938				0° 00' 00''
		11.062		2° 52' 51''	
0+100.000			11.062		2° 52' 51''
		20.000		5° 12' 31''	
0+120.000			31.062		8° 05' 23''
		20.000		5° 12' 31''	
0+140.000			51.062		13° 17' 54''
		20.000		5° 12' 31''	
0+160.000			71.062		18° 30' 25''
		20.000		5° 12' 31''	
0+180.000			91.062		23° 42' 57''
		20.000		5° 12' 31''	
0+200.000			111.062		28° 55' 28''
		20.000		5° 12' 31''	
0+220.000			131.062		34° 07' 59''
		20.000		5° 12' 31''	
0+240.000			151.062		39° 20' 31''
		2.0791		0° 32' 29''	
PT	0+242.079		153.141		39° 53' 00''
Total :		**153.141**	**α1/2 :**	**39° 53' 00''**	

PI2	
1+076.568	
X	562276.517
Y	9747140.135
α2	76° 39' 29''
PC2	0+950.076
PT2	1+164.146
R2	160.000
T2	126.492
E2	43.961
CL2	198.457
F2	34.486
LC2	214.070
CHI1	

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N° 1					
PI2	1+076.568	Calculo:	Justine Bravo - Eduardo Jalon		Fecha: 10/07/16
R2	160.000	Aparato:	Estacion Total SOKKIA FX-105		Hoja:2
α2	76° 39' 29''		α2/2 :	38° 19' 44''	
Abcisa		Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Repl.	A.R. Acum.
PC	0+950.076				0° 00' 00''
		9.92		1° 46' 37''	
0+960.000			9.92		1° 46' 37''
		20.000		3° 34' 52''	
0+980.000			29.924		5° 21' 28''
		20.000		3° 34' 52''	
1+000.000			49.924		8° 56' 20''
		20.000		3° 34' 52''	
1+020.000			69.924		12° 31' 11''
		20.000		3° 34' 52''	
1+040.000			89.924		16° 06' 03''
		20.000		3° 34' 52''	
1+060.000			109.924		19° 40' 54''
		20.000		3° 34' 52''	
1+080.000			129.924		23° 15' 46''
		20.000		3° 34' 52''	
1+100.000			149.924		26° 50' 38''
		20.000		3° 34' 52''	
1+120.000			169.924		30° 25' 29''
		20.000		3° 34' 52''	
1+140.000			189.924		34° 00' 21''
		20.0000		3° 34' 52''	
1+160.000			209.924		37° 35' 12''
		4.1458		0° 44' 32''	
PT	1+164.146		209.924		38° 19' 44''
Total :		**214.070**	**α2/2 :**	**38° 19' 44''**	

PI3	
2+220.647	
X	563351.910
Y	9746647.182
α3	- 25° 31' 53''
PC3	2+175.334
PT3	2+264.455
R3	200.000
T3	45.313
E3	5.069
CL3	88.386
F3	4.944
LC3	89.121
CHI2	

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N° 2					
PI3	2+220.647	Calculo:	Justine Bravo - Eduardo Jalon		Fecha: 10/07/16
R3	200.000	Aparato:	Estacion Total SOKKIA FX-105		Hoja:3
α3	25° 31' 53''		α3/2 :	12° 45' 56''	
Abcisa		Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Repl.	A.R. Acum.
PC	2+175.334				0° 00' 00''
		4.666		0° 40' 06''	
2+180.000			4.666		0° 40' 06''
		20.000		2° 51' 53''	
2+200.000			24.666		3° 31' 59''
		20.000		2° 51' 53''	
2+220.000			44.666		6° 23' 53''
		20.000		2° 51' 53''	
2+240.000			64.666		9° 15' 46''
		20.000		2° 51' 53''	
2+260.000			84.666		12° 07' 39''
		4.455		0° 38' 17''	
PT	2+264.455		89.121		12° 45' 56''
Total :		89.121	α3/2 :	12° 45' 56''	

PI4	
2+801.408	
X	563934.103
Y	9746656.380
α4	- 30° 37' 26''
PC4	2+719.270
PT4	2+879.617
R4	300.000
T4	82.138
E4	11.041
CL4	158.445
F4	10.649
LC4	160.346
CHI3	

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N° 3					
PI4	2+801.408	Calculo:	Justine Bravo - Eduardo Jalon		Fecha: 10/07/16
R4	300.000	Aparato:	Estacion Total SOKKIA FX-105		Hoja:4
α4	30° 37' 26''		α1/2 :	15° 18' 43''	
Abcisa		Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Repl.	A.R. Acum.
PC	2+719.270				0° 00' 00''
		20.730		1° 58' 46''	
2+740.000			20.730		1° 58' 46''
		20.000		1° 54' 35''	
2+760.000			40.730		3° 53' 22''
		20.000		1° 54' 35''	
2+780.000			60.730		5° 47' 57''
		20.000		1° 54' 35''	
2+800.000			80.730		7° 42' 33''
		20.000		1° 54' 35''	
2+820.000			100.730		9° 37' 08''
		20.000		1° 54' 35''	
2+840.000			120.730		11° 31' 44''
		20.000		1° 54' 35''	
2+860.000			140.730		13° 26' 19''
		19.6165		1° 52' 24''	
PT	2+879.617		160.346		15° 18' 43''
Total :		160.346	α1/2 :	15° 18' 43''	

PI5	
3+771.412	
X	564764.260
Y	9747165.679
α5	42° 46' 38''
PC5	3+728.328
PT5	3+810.455
R5	110.000
T5	43.083
E5	8.136
CL5	80.232
F5	7.576
LC5	82.126
CHD2	

CURVA HORIZONTAL DERECHA N° 2					
PI5	3+771.412	Calculo:	Justine Bravo - Eduardo Jalon		Fecha: 10/07/16
R5	110.000	Aparato:	Estacion Total SOKKIA FX-105		Hoja:5
α5	42° 46' 38''		α4/2 :	21° 23' 19''	
Abcisa		Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Repl.	A.R. Acum.
PC	3+728.328		0.00		0° 00' 00''
		11.672			
3+740.000			11.67	3° 02' 23''	3° 02' 23''
		20.000			
3+760.000			31.672	5° 12' 31''	8° 14' 54''
		20.000			
3+780.000			51.672	5° 12' 31''	13° 27' 26''
		20.000			
3+800.000			71.672	5° 12' 31''	18° 39' 57''
		10.4545			
PT	3+810.455		82.126	2° 43' 22''	21° 23' 19''
Total :		82.126	α4/2 :	21° 23' 19''	

PI6	
4+085.302	
X	565076.084
Y	9747103.664
α6	- 28° 17' 20''
PC6	4+057.582
PT6	4+111.892
R6	110.000
T6	27.721
E6	3.439
CL6	53.761
F6	3.335
LC6	54.311
CHI4	

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N° 4					
PI6	4+085.302	Calculo:	Justine Bravo - Eduardo Jalon		Fecha: 10/07/16
R6	110.000	Aparato:	Estacion Total SOKKIA FX-105		Hoja:6
α6	28° 17' 20''		α1/2 :	14° 08' 40''	
Abcisa		Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Repl.	A.R. Acum.
PC	4+057.582				0° 00' 00''
		2.419		0° 37' 48''	
4+060.000			2.419		0° 37' 48''
		20.000		5° 12' 31''	
4+080.000			22.419		5° 50' 19''
		20.000		5° 12' 31''	
4+100.000			42.419		11° 02' 50''
		11.892		3° 05' 50''	
PT	4+111.892		54.311		14° 08' 40''
Total :		54.311	α1/2 :	14° 08' 40''	

PI7	
4+246.708	
X	565231.485
Y	9747151.296
α7	26° 41' 09''
PC7	4+220.618
PT7	4+271.852
R7	110.000
T7	26.090
E7	3.052
CL7	50.771
F7	2.969
LC7	51.233
CHD3	

CURVA HORIZONTAL DERECHA N° 3					
PI7	4+246.708	Calculo:	Justine Bravo - Eduardo Jalon		Fecha: 10/07/16
R7	110.000	Aparato:	Estacion Total SOKKIA FX-105		Hoja:7
α7	26° 41' 09''		α4/2 :	13° 20' 35''	
Abcisa		Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Repl.	A.R. Acum.
PC	4+220.618		0.00		0° 00' 00''
		19.382			
4+240.000			19.38	5° 02' 52''	5° 02' 52''
		20.000			
4+260.000			39.382	5° 12' 31''	10° 15' 23''
		11.852			
PT	4+271.852		51.233	3° 05' 12''	13° 20' 35''
Total :		51.233	α4/2 :	13° 20' 35''	

PI8	
4+584.955	
X	565565.883
Y	9747094.465
α8	- 20° 49' 51''
PC8	4+563.816
PT8	4+605.627
R8	115.000
T8	21.139
E8	1.927
CL8	41.580
F8	1.895
LC8	41.810
CHI5	

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N° 5					
PI8	4+584.955	**Calculo:**	Justine Bravo - Eduardo Jalon		**Fecha: 10/07/16**
R8	115.000	**Aparato:**	Estacion Total SOKKIA FX-105		**Hoja:8**
α8	20° 49' 51''		**α1/2 :**	10° 24' 56''	
Abcisa		**Dist. Parcial**	**Dist. Acum.**	**Ang. Repl.**	**A.R. Acum.**
PC	4+563.816				0° 00' 00''
		16.184		4° 01' 54''	
4+580.000			16.184		4° 01' 54''
		20.000		4° 58' 56''	
4+600.000			20.000		9° 00' 50''
		5.627		1° 24' 06''	
PT	4+605.627		5.627		10° 24' 56''
Total :		**41.810**	**α1/2 :**	**10° 24' 56''**	

PI9	
4+997.875	
X	565971.417
Y	9747174.657
α9	45° 32' 32''
PC9	4+913.922
PT9	5+072.894
R9	200.000
T9	83.953
E9	16.906
CL9	154.820
F9	15.588
LC9	158.972
CHD4	

CURVA HORIZONTAL DERECHA N° 4					
PI9	4+997.875	Calculo:	Justine Bravo - Eduardo Jalon		Fecha: 10/07/16
R9	200.000	Aparato:	Estacion Total SOKKIA FX-105		Hoja:9
α9	45° 32' 32''		α4/2 :	22° 46' 16''	
Abcisa		Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Repl.	A.R. Acum.
PC	4+913.922		0.00		0° 00' 00''
		6.078			
4+920.000			6.08	0° 52' 14''	0° 52' 14''
		20.000			
4+940.000			26.078	2° 51' 53''	3° 44' 08''
		20.000			
4+960.000			46.078	2° 51' 53''	6° 36' 01''
		20.000			
4+980.000			66.078	2° 51' 53''	9° 27' 54''
		20.0000			
5+000.000			86.078	2° 51' 53''	12° 19' 47''
		20.000			
5+020.000			106.078	2° 51' 53''	15° 11' 41''
		20.000			
5+040.000			126.078	2° 51' 53''	18° 03' 34''
		20.000			
5+060.000			146.078	2° 51' 53''	20° 55' 27''
		12.894			
PT	5+072.894		158.972	1° 50' 49''	22° 46' 16''
Total :		158.972	α4/2 :	22° 46' 16''	

PI10	
5+306.386	
X	566233.483
Y	9746995.510
α10	- 47° 22' 02''
PC10	5+236.206
PT10	5+368.480
R10	160.000
T10	70.180
E10	14.715
CL10	128.539
F10	13.476
LC10	132.274
CHI6	

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N° 6					
PI10	5+306.386	**Calculo:**	Justine Bravo - Eduardo Jalon		**Fecha: 10/07/16**
R10	160.000	**Aparato:**	Estacion Total SOKKIA FX-105		**Hoja:**10
α10	47° 22' 02''		**α1/2 :**	23° 41' 01''	
Abcisa		**Dist. Parcial**	**Dist. Acum.**	**Ang. Repl.**	**A.R. Acum.**
PC	5+236.206				0° 00' 00''
		3.794		0° 40' 46''	
5+240.000			3.794		0° 40' 46''
		20.000		3° 34' 52''	
5+260.000			23.794		4° 15' 37''
		20.000		3° 34' 52''	
5+280.000			43.794		7° 50' 29''
		20.000		3° 34' 52''	
5+300.000			63.794		11° 25' 20''
		20.000		3° 34' 52''	
5+320.000			83.794		15° 00' 12''
		20.000		3° 34' 52''	
5+340.000			103.794		18° 35' 03''
		20.000		3° 34' 52''	
5+360.000			123.794		22° 09' 55''
		8.4797		1° 31' 06''	
PT	5+368.480		132.274		23° 41' 01''
Total :		**132.274**	**α1/2 :**	**23° 41' 01''**	

PI11	
5+495.787	
X	566425.901
Y	9747039.971
α11	31° 07' 53''
PC11	5+451.218
PT11	5+538.153
R11	160.000
T11	44.570
E11	6.092
CL11	85.870
F11	5.868
LC11	86.935
CHD5	

CURVA HORIZONTAL DERECHA N° 5					
PI11	5+495.787	**Calculo:**	Justine Bravo - Eduardo Jalon		**Fecha: 10/07/16**
R11	160.000	**Aparato:**	Estacion Total SOKKIA FX-105		**Hoja:11**
α11	31° 07' 53''		**α4/2 :**	15° 33' 57''	
Abcisa		**Dist. Parcial**	**Dist. Acum.**	**Ang. Repl.**	**A.R. Acum.**
PC	5+451.218		0.00		0° 00' 00''
		8.782			
5+460.000			8.78	1° 34' 21''	1° 34' 21''
		20.000			
5+480.000			28.782	3° 34' 52''	5° 09' 12''
		20.000			
5+500.000			48.782	3° 34' 52''	8° 44' 04''
		20.000			
5+520.000			68.782	3° 34' 52''	12° 18' 55''
		18.1531			
PT	5+538.153		86.935	3° 15' 01''	15° 33' 57''
Total :		**86.935**	**α4/2 :**	**15° 33' 57''**	

PI12	
6+388.941	
X	567276.851
Y	9746761.497
α12	- 52° 44' 27''
PC12	6+265.000
PT12	6+495.126
R12	250.000
T12	123.940
E12	29.036
CL12	222.086
F12	26.015
LC12	230.125
CHI7	

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N° 7					
PI12	6+388.941	**Calculo:**	Justine Bravo - Eduardo Jalon		**Fecha: 10/07/16**
R12	250.000	**Aparato:**	Estacion Total SOKKIA FX-105		**Hoja:**12
α12	52° 44' 27''		**α1/2 :**	26° 22' 13''	
Abcisa		**Dist. Parcial**	**Dist. Acum.**	**Ang. Repl.**	**A.R. Acum.**
PC	6+265.000				0° 00' 00''
		15.000		1° 43' 08''	
6+280.000			15.000		1° 43' 08''
		20.000		2° 17' 31''	
6+300.000			35.000		4° 00' 38''
		20.000		2° 17' 31''	
6+320.000			55.000		6° 18' 09''
		20.000		2° 17' 31''	
6+340.000			75.000		8° 35' 40''
		20.000		2° 17' 31''	
6+360.000			95.000		10° 53' 10''
		20.000		2° 17' 31''	
6+380.000			115.000		13° 10' 41''
		20.000		2° 17' 31''	
6+400.000			135.000		15° 28' 11''
		20.0000		2° 17' 31''	
6+420.000			155.000		17° 45' 42''
		20.0000		2° 17' 31''	
6+440.000			175.000		20° 03' 13''
		55.126		6° 19' 01''	
PT	6+495.126		230.125		26° 22' 13''
Total :		**230.125**	**α1/2 :**	**26° 22' 13''**	

PI13	
7+465.849	
X	568177.690
Y	9747383.410
α13	128° 52' 44''
PC13	7+225.401
PT13	7+484.077
R13	115.000
T13	240.448
E13	151.533
CL13	207.490
F13	65.381
LC13	258.676
CHD6	

CURVA HORIZONTAL DERECHA N° 6					
PI13	7+465.849	Calculo:	Justine Bravo - Eduardo Jalon		Fecha: 10/07/16
R13	115.000	Aparato:	Estacion Total SOKKIA FX-105		Hoja:13
α13	128° 52' 44''		α4/2 :	64° 26' 22''	
Abcisa		Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Repl.	A.R. Acum.
PC	7+225.401		0.00		0° 00' 00''
		14.599			
7+240.000			14.60	3° 38' 13''	3° 38' 13''
		20.000			
7+260.000			34.599	4° 58' 56''	8° 37' 09''
		20.000			
7+280.000			54.599	4° 58' 56''	13° 36' 05''
		20.000			
7+300.000			74.599	4° 58' 56''	18° 35' 01''
		20.0000			
7+320.000			94.599	4° 58' 56''	23° 33' 57''
		20.0000			
7+340.000			114.599	4° 58' 56''	28° 32' 53''
		20.0000			
7+360.000			134.599	4° 58' 56''	33° 31' 49''
		20.0000			
7+380.000			154.599	4° 58' 56''	38° 30' 45''
		20.000			
7+400.000			174.599	4° 58' 56''	43° 29' 41''
		20.000			
7+420.000			194.599	4° 58' 56''	48° 28' 37''
		20.000			
7+440.000			214.599	4° 58' 56''	53° 27' 33''
		20.000			
7+460.000			234.599	4° 58' 56''	58° 26' 29''
		20.000			
7+480.000			254.599	4° 58' 56''	63° 25' 25''
		4.077			
PT	7+484.077		258.676	1° 00' 56''	64° 26' 22''
Total :		258.676	α4/2 :	64° 26' 22''	

PI14	
7+728.252	
X	568141.702
Y	9746900.126
α14	- 15° 56' 04''
PC14	7+712.156
PT14	7+744.139
R14	115.000
T14	16.095
E14	1.121
CL14	31.880
F14	1.110
LC14	31.983
CHI8	

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N° 8					
PI14	7+728.252	**Calculo:**	Justine Bravo - Eduardo Jalon		**Fecha: 10/07/16**
R14	115.000	**Aparato:**	Estacion Total SOKKIA FX-105		**Hoja:**14
α14	15° 56' 04''		**α1/2 :**	7° 58' 02''	
Abcisa		**Dist. Parcial**	**Dist. Acum.**	**Ang. Repl.**	**A.R. Acum.**
PC	7+712.156				0° 00' 00''
		7.844		1° 57' 14''	
7+720.000			7.844		1° 57' 14''
		20.000		4° 58' 56''	
7+740.000			27.844		6° 56' 10''
		4.139		1° 01' 52''	
PT	7+744.139		31.983		7° 58' 02''
Total :		**31.983**	**α1/2 :**	**7° 58' 02''**	

PI15	
7+897.078	
X	568175.910
Y	9746734.590
α15	- 44° 26' 55''
PC15	7+850.090
PT15	7+939.304
R15	115.000
T15	46.987
E15	9.229
CL15	86.994
F15	8.543
LC15	89.214
CHI9	

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N° 9					
PI15	7+897.078	**Calculo:**	Justine Bravo - Eduardo Jalon		**Fecha: 10/07/16**
R15	115.000	**Aparato:**	Estacion Total SOKKIA FX-105		**Hoja:**15
α15	44° 26' 55''		**α1/2 :**	22° 13' 27''	
Abcisa		**Dist. Parcial**	**Dist. Acum.**	**Ang. Repl.**	**A.R. Acum.**
PC	7+850.090				0° 00' 00''
		9.910		2° 28' 07''	
7+860.000			9.910		2° 28' 07''
		20.000		4° 58' 56''	
7+880.000			29.910		7° 27' 03''
		20.000		4° 58' 56''	
7+900.000			49.910		12° 25' 59''
		39.304		9° 47' 28''	
PT	7+939.304		89.214		22° 13' 27''
Total :		**89.214**	**α1/2 :**	**22° 13' 27''**	

PI16	
8+383.823	
X	568583.982
Y	9746460.628
α15	- 20° 48' 03''
PC15	8+363.633
PT15	8+403.568
R15	110.000
T15	20.190
E15	1.838
CL15	39.716
F15	1.807
LC15	39.935
CHI10	

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N° 10					
PI16	8+383.823	**Calculo:**	Justine Bravo - Eduardo Jalon		**Fecha: 10/07/16**
R15	110.000	**Aparato:**	Estacion Total SOKKIA FX-105		**Hoja:**16
α15	20° 48' 03''		**α1/2 :**	10° 24' 01''	
Abcisa		**Dist. Parcial**	**Dist. Acum.**	**Ang. Repl.**	**A.R. Acum.**
PC	8+363.633				0° 00' 00''
		16.367		4° 15' 45''	
8+380.000			16.367		4° 15' 45''
		20.000		5° 12' 31''	
8+400.000			36.367		9° 28' 16''
		3.568		0° 55' 45''	
PT	8+403.568		39.935		10° 24' 01''
Total :		**39.935**	**α1/2 :**	**10° 24' 01''**	

3. DETALLE DEL ALINEAMIENTO DE LAS CURVAS VERTICALES

CURVA VERTICAL N° 1				dvp m:	40.00
PIV1	0+848.28	Cota PIV1 m:	58.01	Tipo :	Cóncava
Vd km/h:	60	m1% :	-0.50%	Lcv m:	40.00
f:	0.35	m2 %:	0.50%	A:	1
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota sobre la curva
PCV1	0+828.28	-0.50%	57.91	0.00	57.91
	0+820.00	-0.50%	57.87	-0.01	57.86
	0+840.00	-0.50%	57.97	-0.02	57.95
PIV1	0+848.28	-0.50%	58.01	-0.05	57.96
		0.50%			
	0+860.00	0.50%	57.95	-0.01	57.94
	0+880.00	0.50%	57.85	-0.02	57.83
PTV1	0+868.28	0.50%	57.91	0.00	57.91

CURVA VERTICAL N° 2				dvp m:	40.00
PIV2	1+591.29	Cota PIV2 m:	53.77	Tipo :	Convexa
Vd km/h:	60	m1% :	0.50%	Lcv m:	40.00
f:	0.35	m2 %:	0.20%	A:	0.3
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota sobre la curva
PCV2	1+571.29	0.50%	53.87	0.00	53.87
	1+560.00	0.50%	53.92	0.00	53.92
	1+580.00	0.50%	53.82	0.00	53.82
PIV2	1+591.29	0.50%	53.77	-0.07	53.70
		0.20%			
	1+600.00	0.20%	53.75	0.00	53.75
	1+620.00	0.20%	53.71	0.00	53.71
PTV2	1+611.29	0.20%	53.73	0.00	53.73

CURVA VERTICAL N° 3				dvp m:	36.00
PIV3	2+435.03	Cota PIV3 m:	59.17	Tipo :	Cóncava
Vd km/h:	60	m1% :	0.2%	Lcv m:	36.00
f:	0.35	m2 %:	0.5%	A:	0.25
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la curva
PCV3	2+417.03	0.2%	59.14	0.00	59.14
	2+400.00	0.2%	59.10	-0.01	59.09
	2+420.00	0.2%	59.14	0.00	59.14
PIV3	2+435.03	0.2%	59.17	-0.03	59.14
		0.5%			
	2+440.00	0.5%	59.19	-0.01	59.19
	2+460.00	0.5%	59.28	0.00	59.28
PTV3	2+453.03	0.5%	59.25	0.00	59.25

CURVA VERTICAL N° 4				dvp m:	35.98
PIV4	3+144.34	Cota PIV4 m:	62.36	Tipo :	Cóncava
Vd km/h:	60	m1% :	0.5%	Lcv m:	35.98
f:	0.35	m2 %:	0.8%	A:	0.34
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la curva
PCV4	3+126.35	0.5%	62.44	0.00	62.44
	3+120.00	0.5%	62.47	0.00	62.47
	3+140.00	0.5%	62.38	0.01	62.39
PIV4	3+144.34	0.5%	62.36	0.02	62.38
		0.8%			
	3+160.00	0.8%	62.24	0.00	62.24
	3+180.00	0.8%	62.08	0.01	62.10
PTV4	3+162.33	0.8%	62.22	0.00	62.22

CURVA VERTICAL N° 5				dvp m:	45.14
PIV5	3+646.40	Cota PIV5 m:	66.33	Tipo :	Convexa
Vd km/h:	60	m1% :	0.8%	Lcv m:	45.14
f:	0.35	m2 %:	0.0%	A:	0.79
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la curva
PCV5	3+623.83	0.8%	66.51	0.00	66.51
	3+620.00	0.8%	66.54	0.00	66.54
	3+640.00	0.8%	66.38	-0.02	66.36
PIV5	3+646.40	0.8%	66.33	-0.04	66.29
		0.0%			
	3+660.00	0.0%	66.33	-0.01	66.32
	3+680.00	0.0%	66.33	-0.01	66.32
PTV5	3+668.97	0.0%	66.33	0.00	66.33

CURVA VERTICAL N° 6				dvp m:	36.16
PIV6	4+167.24	Cota PIV6 m:	66.33	Tipo :	Cóncava
Vd km/h:	60	m1% :	0.00%	Lcv m:	36.16
f:	0.35	m2 %:	0.79%	A:	0.79
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la curva
PCV6	4+149.16	0.00%	66.33	0.00	66.33
	4+140.00	0.00%	66.33	0.01	66.34
	4+160.00	0.00%	66.33	0.01	66.34
PIV6	4+167.24	0.00%	66.33	0.04	66.37
		0.79%			
	4+180.00	0.79%	66.23	0.00	66.23
	4+200.00	0.79%	66.07	0.02	66.09
PTV6	4+185.32	0.79%	66.19	0.00	66.19

CURVA VERTICAL N° 7				dvp m:	90.19
PIV7	4+655.52	Cota PIV7 m:	70.17	Tipo :	Convexa
Vd km/h:	60	m1% :	0.79%	Lcv m:	90.19
f =	0.35	m2 %:	-2.15%	A:	2.94
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la curva
PCV7	4+610.42	0.79%	70.53	0.00	70.53
	4+620.00	0.79%	70.45	0.01	70.47
	4+640.00	0.79%	70.29	0.14	70.44
PIV7	4+655.52	0.79% -2.15%	70.17	0.33	70.50
	4+660.00	-2.15%	70.27	0.27	70.54
	4+680.00	-2.15%	70.70	0.07	70.77
PTV7	4+700.62	-2.15%	71.14	0.00	71.14

CURVA VERTICAL N° 8				dvp m:	100.21
PIV8	4+811.50	Cota PIV8 m:	66.82	Tipo :	Cóncava
Vd km/h:	60	m1% :	-2.2%	Lcv m:	100.21
f =	0.35	m2 %:	1.1%	A:	3.2
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la curva
PCV8	4+761.40	-2.2%	65.74	0.00	65.74
	4+780.00	-2.2%	66.14	-0.06	66.09
	4+800.00	-2.2%	66.57	-0.24	66.34
PIV8	4+811.50	-2.2% 1.1%	66.82	-0.40	66.42
	4+820.00	1.1%	66.91	-0.28	66.63
	4+840.00	1.1%	67.12	-0.07	67.05
PTV8	4+861.60	1.1%	67.35	0.00	67.35

CURVA VERTICAL N° 9				dvp m:	36.16
PIV9	5+331.08	Cota PIV9 m:	72.26	Tipo :	Convexa
Vd km/h:	60	m1% :	1.1%	Lcv m:	36.16
f:	0.35	m2 %:	0.2%	A:	0.85
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la curva
PCV9	5+313.00	1.1%	72.07	0.00	72.07
	5+300.00	1.1%	71.93	-0.02	71.91
	5+320.00	1.1%	72.14	-0.01	72.13
PIV9	5+331.08	1.1%	72.26	-0.04	72.22
		0.2%			
	5+340.00	0.2%	72.27	-0.01	72.26
	5+360.00	0.2%	72.31	-0.01	72.30
PTV9	5+349.16	0.2%	72.29	0.00	72.29

CURVA VERTICAL N° 10				dvp m:	36.00
PIV10	5+933.97	Cota PIV10 m:	73.46	Tipo :	Cóncava
Vd km/h:	60	m1% :	0.2%	Lcv m:	36.00
f:	0.35	m2 %:	0.5%	A:	0.3
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la curva
PCV10	5+915.97	0.2%	73.43	0.00	73.43
	5+900.00	0.2%	73.40	-0.01	73.38
	5+920.00	0.2%	73.44	0.00	73.43
PIV10	5+933.97	0.2%	73.46	-0.01	73.45
		0.5%			
	5+940.00	0.5%	73.49	-0.01	73.49
	5+960.00	0.5%	73.59	0.00	73.59
PTV10	5+951.97	0.5%	73.55	0.00	73.55

CURVA VERTICAL N° 11				dvp m:	50.00
PIV11	6+764.08	Cota PIV11 m:	77.61	Tipo :	Cóncava
Vd km/h:	60	m1% :	0.5%	Lcv m:	50.00
f:	0.35	m2 %:	2.0%	A:	1.5
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la curva
PCV11	6+739.08	0.5%	77.49	0.00	77.49
	6+740.00	0.5%	77.49	0.00	77.49
	6+760.00	0.5%	77.59	-0.07	77.53
PIV11	6+764.08	0.5%	77.61	-0.09	77.52
		2.0%			
	6+780.00	2.0%	77.93	-0.01	77.92
	6+800.00	2.0%	78.33	-0.02	78.31
PTV11	6+789.08	2.0%	78.11	0.00	78.11

CURVA VERTICAL N° 12				dvp m:	70.01
PIV12	7+017.70	Cota PIV12 m:	82.69	Tipo :	Convexa
Vd km/h:	60	m1% :	2.0%	Lcv m:	70.01
f:	0.35	m2 %:	0.3%	A:	1.73
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la curva
PCV12	6+982.70	2.0%	81.99	0.00	81.99
	6+980.00	2.0%	81.93	0.00	81.93
	7+000.00	2.0%	82.33	-0.04	82.30
PIV12	7+017.70	2.0%	82.69	-0.15	82.53
		0.3%			
	7+020.00	0.3%	82.69	-0.13	82.56
	7+040.00	0.3%	82.75	-0.02	82.73
PTV12	7+052.70	0.3%	82.78	0.00	82.78

4. DETALLE DE PERALTES

Curva Horizontal N° 1	
CHD1	
Vd km/h:	60.00
R m	110.00
Lc m	153.14
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
x m	10.00
b	2%
Ancho m	3.00

Curva Vertical N° 1	
Cóncava	
m1%	-0.50%
m2%	0.50%
A	1.00
Lcv m	40.00
PCV1	0+828.28
PIV1	0+848.28
PTV1	0+868.28

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	0+045.61	57.73	57.79	57.73
B	0+055.61	57.74	57.74	57.68
	0+060.00	57.74	57.71	57.65
C	0+065.61	57.75	57.69	57.63
	0+080.00	57.76	57.61	57.47
PC	0+088.94	57.77	57.57	57.37
	0+100.00	57.78	57.51	57.25
D	0+105.61	57.79	57.49	57.19
	0+120.00	57.71	57.41	57.11
	0+140.00	57.61	57.31	57.01
	0+160.00	57.51	57.21	56.91
	0+180.00	57.41	57.11	56.81
	0+200.00	57.31	57.01	56.71
	0+220.00	57.21	56.91	56.61
D'	0+225.41	57.19	56.89	56.29
	0+240.00	57.35	56.81	56.41
PT	0+242.08	57.37	56.80	56.43
	0+260.00	57.57	56.71	56.58
C'	0+265.41	56.75	56.69	56.63
B'	0+275.41	56.64	56.64	56.58
	0+280.00	56.69	56.61	56.55
A'	0+285.41	56.53	56.59	56.53

Curva Horizontal N° 2	
CHI1	
Vd km/h:	60.00
R m	160.00
Lc m	214.07
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
x m	10.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 2	
Convexa	
m1%	0.50%
m2%	0.20%
A	0.30
Lcv m	40.00
PCV2	1+571.29
PIV2	1+591.29
PTV2	1+611.29

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	0+906.75	54.00	54.06	54.00
B	0+916.75	54.11	54.11	54.05
	0+920.00	54.15	54.13	54.07
C	0+926.75	54.22	54.16	54.10
	0+940.00	54.37	54.23	54.09
PC	0+950.08	54.48	54.28	54.08
	0+960.00	54.59	54.33	54.07
D	0+966.75	54.66	54.36	54.06
	0+980.00	54.73	54.43	54.13
	1+000.00	54.83	54.53	54.23
	1+020.00	54.93	54.63	54.33
	1+040.00	55.03	54.73	54.43
	1+060.00	55.13	54.83	54.53
	1+080.00	55.23	54.93	54.63
	1+100.00	55.33	55.03	54.73
	1+120.00	55.43	55.13	54.83
	1+140.00	55.53	55.23	54.93
D'	1+147.48	55.57	55.27	54.67
	1+160.00	55.55	55.33	54.90
PT	1+164.15	55.55	55.35	54.98
	1+180.00	55.53	55.43	55.27
C'	1+187.48	55.53	55.47	55.41
B'	1+197.48	55.52	55.52	55.46
	1+200.00	55.51	55.53	55.47
A'	1+207.48	55.51	55.57	55.51

Curva Horizontal N° 3	
CHI2	
Vd km/h:	60.00
R m	200.00
Lc m	89.12
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
x m	10.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 3	
Cóncava	
m1%	0.20%
m2%	0.45%
A	0.25
Lcv m	36.00
PCV3	2417.03
PIV3	2435.03
PTV3	2453.03

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	2+132.00	58.50	58.56	58.50
	2+140.00	58.57	58.58	58.52
B	2+142.00	58.58	58.58	58.52
C	2+152.00	58.66	58.60	58.54
	2+160.00	58.73	58.62	58.51
PC	2+175.33	58.85	58.65	58.45
	2+180.00	58.89	58.66	58.43
D	2+192.00	58.98	58.68	58.38
	2+200.00	59.00	58.70	58.40
	2+220.00	59.04	58.74	58.44
	2+240.00	59.08	58.78	58.48
D'	2+247.79	59.09	58.79	58.19
	2+260.00	59.05	58.82	58.38
PT	2+264.46	59.03	58.83	58.45
	2+280.00	58.97	58.86	58.69
C'	2+287.79	58.93	58.87	58.81
B'	2+297.79	58.89	58.89	58.83
	2+300.00	58.89	58.90	58.84
A'	2+307.79	58.85	58.91	58.85

Curva Horizontal N° 4	
CHI3	
Vd km/h:	60.00
R m	300.00
Lc m	160.35
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
x m	10.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 4	
Cóncava	
m1%	0.45%
m2%	0.79%
A	0.34
Lcv m	35.98
PCV4	3+126.35
PIV4	3+144.34
PTV4	3+162.33

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	2+675.94	60.20	60.26	60.20
	2+680.00	60.24	60.27	60.21
B	2+685.94	60.30	60.30	60.24
C	2+695.94	60.41	60.35	60.29
	2+700.00	60.45	60.36	60.28
PC	2+719.27	60.65	60.45	60.25
	2+720.00	60.66	60.45	60.25
D	2+735.94	60.83	60.53	60.23
	2+740.00	60.84	60.54	60.24
	2+760.00	60.93	60.63	60.33
	2+780.00	61.02	60.72	60.42
	2+800.00	61.11	60.81	60.51
	2+820.00	61.20	60.90	60.60
	2+840.00	61.29	60.99	60.69
	2+860.00	61.38	61.08	60.78
D'	2+862.95	61.40	61.10	60.50
	2+880.00	61.37	61.17	60.80
PT	2+879.62	61.37	61.17	60.80
	2+900.00	61.34	61.26	61.16
C'	2+902.95	61.34	61.28	61.22
B'	2+912.95	61.32	61.32	61.26
	2+920.00	61.31	61.35	61.29
A'	2+922.95	61.31	61.37	61.31

Curva Horizontal N° 5	
CHD2	
Vd km/h:	60.00
R m	110.00
Lc m	82.13
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
x m	10.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 5	
Convexa	
m1%	0.79%
m2%	0.00%
A	0.79
Lcv m	45.14
PCV5	3+623.83
PIV5	3+646.40
PTV5	3+668.97

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	3+685.00	66.27	66.33	66.27
B	3+695.00	66.33	66.33	66.27
	3+700.00	66.36	66.33	66.27
C	3+705.00	66.39	66.33	66.27
	3+720.00	66.48	66.33	66.18
PC	3+728.33	66.53	66.33	66.13
	3+740.00	66.60	66.33	66.06
D	3+745.00	66.63	66.33	66.03
	3+760.00	66.63	66.33	66.03
	3+780.00	66.63	66.33	66.03
D'	3+793.78	66.63	66.33	65.73
	3+800.00	66.59	66.33	65.81
PT	3+810.45	66.53	66.33	65.96
	3+820.00	66.47	66.33	66.08
C'	3+833.78	66.39	66.33	66.27
	3+840.00	66.35	66.33	66.27
B'	3+843.78	66.33	66.33	66.27
A'	3+853.78	66.27	66.33	66.27

Curva Horizontal N° 6	
CHI4	
Vd km/h:	60.00
R m	110.00
Lc m	54.31
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
x m	10.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 6	
Cóncava	
m1%	0.00%
m2%	0.79%
A	0.79
Lcv m	36.16
PCV6	4+149.16
PIV6	4+167.24
PTV6	4+185.32

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	4+014.25	66.27	66.33	66.27
	4+020.00	66.30	66.33	66.27
B	4+024.25	66.33	66.33	66.27
C	4+034.25	66.39	66.33	66.27
	4+040.00	66.42	66.33	66.24
PC	4+057.58	66.53	66.33	66.13
	4+060.00	66.54	66.33	66.12
D	4+074.25	66.63	66.33	66.03
	4+080.00	66.63	66.33	66.03
D'	4+095.22	66.63	66.33	65.73
	4+100.00	66.60	66.33	65.79
PT	4+111.89	66.53	66.33	65.96
	4+120.00	66.48	66.33	66.06
C'	4+135.22	66.39	66.33	66.27
	4+140.00	66.36	66.33	66.27
B'	4+145.22	66.33	66.33	66.27
A'	4+155.22	66.28	66.34	66.28

Curva Horizontal N° 7	
CHD3	
Vd km/h:	60.00
R m	110.00
Lc m	51.23
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	16.67
x m	10.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 7	
Convexa	
m1%	0.79%
m2%	-2.15%
A	2.94
Lcv m	90.19
PCV7	4+610.42
PIV7	4+655.52
PTV7	4+700.62

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	4+177.29	66.36	66.42	66.36
	4+180.00	66.39	66.44	66.38
B	4+187.29	66.49	66.49	66.43
C	4+197.29	66.63	66.57	66.51
	4+200.00	66.66	66.59	66.51
PC	4+220.62	66.95	66.75	66.55
D	4+237.29	67.18	66.88	66.58
	4+240.00	67.20	66.90	66.60
D'	4+255.18	67.32	67.02	66.42
	4+260.00	67.33	67.06	66.53
PT	4+271.85	67.35	67.15	66.78
	4+280.00	67.37	67.22	66.95
C'	4+295.18	67.40	67.34	67.28
	4+300.00	67.41	67.38	67.32
B'	4+305.18	67.42	67.42	67.36
A'	4+315.18	67.44	67.50	67.44

Curva Horizontal N° 8	
CHI5	
Vd km/h:	60.00
R m	115.00
Lc m	41.81
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
x m	10.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 7	
Convexa	
m1%	0.79%
m2%	-2.15%
A	2.94
Lcv m	90.19
PCV7	4+610.42
PIV7	4+655.52
PTV7	4+700.62

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	4+520.49	69.05	69.11	69.05
B	4+530.49	69.19	69.19	69.13
	4+540.00	69.32	69.26	69.20
C	4+540.49	69.33	69.27	69.21
	4+560.00	69.60	69.42	69.24
PC	4+563.82	69.65	69.45	69.25
	4+580.00	69.87	69.58	69.28
D	4+580.49	69.88	69.58	69.28
D'	4+588.96	69.95	69.65	69.05
	4+600.00	69.95	69.74	69.27
PT	4+605.63	69.95	69.78	69.38
	4+620.00	69.96	69.88	69.66
C'	4+628.96	69.96	69.90	69.84
B'	4+638.96	69.91	69.91	69.85
	4+640.00	69.90	69.90	69.85
A'	4+648.96	69.82	69.88	69.82

Curva Horizontal N° 9	
CHD4	
Vd km/h:	60.00
R m	200.00
Lc m	158.97
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 8	
Cóncava	
m1%	-2.15%
m2%	1.05%
A	3.20
Lcv m	100.21
PCV8	4+761.40
PIV8	4+811.50
PTV8	4+861.60

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	4+870.59	67.38	67.44	67.38
	4+880.00	67.53	67.53	67.47
B	4+880.59	67.54	67.54	67.48
C	4+890.59	67.71	67.65	67.59
	4+900.00	67.86	67.74	67.63
PC	4+913.92	68.09	67.89	67.69
	4+920.00	68.19	67.95	67.72
D	4+930.59	68.37	68.07	67.77
	4+940.00	68.46	68.16	67.86
	4+960.00	68.67	68.37	68.07
	4+980.00	68.88	68.58	68.28
	5+000.00	69.09	68.79	68.49
	5+020.00	69.30	69.00	68.70
	5+040.00	69.51	69.21	68.91
D'	5+056.22	69.68	69.38	68.78
	5+060.00	69.70	69.42	68.87
PT	5+072.89	69.76	69.56	69.18
	5+080.00	69.79	69.63	69.35
C'	5+096.22	69.86	69.80	69.74
	5+100.00	69.88	69.84	69.78
B'	5+106.22	69.91	69.91	69.85
A'	5+116.22	69.95	70.01	69.95

Curva Horizontal N° 10	
CHI6	
Vd km/h:	60.00
R m	160.00
Lc m	132.27
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 9	
Convexa	
m1%	1.05%
m2%	0.20%
A	0.85
Lcv m	36.16
PCV9	5+313.00
PIV9	5+331.08
PTV9	5+349.16

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	5+192.88	70.75	70.81	70.75
	5+200.00	70.87	70.89	70.83
B	5+202.88	70.92	70.92	70.86
C	5+212.88	71.08	71.02	70.96
	5+220.00	71.20	71.10	70.99
PC	5+236.21	71.46	71.26	71.06
	5+240.00	71.53	71.3	71.08
D	5+252.88	71.74	71.44	71.14
	5+260.00	71.81	71.51	71.21
	5+280.00	72.02	71.72	71.42
	5+300.00	72.23	71.93	71.63
	5+320.00	72.43	72.13	71.83
	5+340.00	72.57	72.27	71.97
D'	5+351.81	72.61	72.31	71.71
	5+360.00	72.58	72.32	71.83
PT	5+368.48	72.54	72.33	71.96
	5+380.00	72.49	72.36	72.14
C'	5+391.81	72.44	72.38	72.32
	5+400.00	72.42	72.4	72.34
B'	5+401.81	72.41	72.41	72.35
A'	5+411.81	72.36	72.42	72.36

Curva Horizontal N° 11	
CHD5	
Vd km/h:	60.00
R m	160.00
Lc m	86.94
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 10	
Cóncava	
m1%	0.20%
m2%	0.50%
A	0.30
Lcv m	36.00
PCV10	5+915.97
PIV10	5+933.97
PTV10	5+951.97

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	5+407.89	72.35	72.41	72.35
B	5+417.89	72.43	72.43	72.37
	5+420.00	72.45	72.44	72.38
C	5+427.89	72.51	72.45	72.39
	5+440.00	72.61	72.48	72.34
PC	5+451.22	72.70	72.50	72.30
	5+460.00	72.77	72.52	72.26
D	5+467.89	72.83	72.53	72.23
	5+480.00	72.86	72.56	72.26
	5+500.00	72.90	72.60	72.30
	5+520.00	72.94	72.64	72.34
D'	5+521.48	72.94	72.64	72.04
PT	5+538.15	72.87	72.67	72.30
	5+540.00	72.87	72.68	72.33
	5+560.00	72.79	72.72	72.64
C'	5+561.48	72.78	72.72	72.66
B'	5+571.48	72.74	72.74	72.68
	5+580.00	72.71	72.76	72.70
A'	5+581.48	72.70	72.76	72.70

Curva Horizontal N° 12	
CHI7	
Vd km/h:	60.00
R m	250.00
Lc m	230.13
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 11	
Cóncava	
m1%	0.50%
m2%	2.00%
A	1.50
Lcv m	50.00
PCV11	6+739.08
PIV11	6+764.08
PTV11	6+789.08

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	6+221.67	74.84	74.90	74.84
B	6+231.67	74.95	74.95	74.89
	6+240.00	75.04	74.99	74.93
C	6+241.67	75.06	75.00	74.94
	6+260.00	75.26	75.09	74.93
PC	6+265.00	75.32	75.12	74.92
	6+280.00	75.48	75.19	74.91
D	6+281.67	75.50	75.20	74.90
	6+300.00	75.59	75.29	74.99
	6+320.00	75.69	75.39	75.09
	6+340.00	75.79	75.49	75.19
	6+360.00	75.89	75.59	75.29
	6+380.00	75.99	75.69	75.39
	6+400.00	76.09	75.79	75.49
	6+420.00	76.19	75.89	75.59
	6+440.00	76.29	75.99	75.69
	6+460.00	76.39	76.09	75.79
D'	6+478.46	76.49	76.19	75.59
	6+480.00	76.49	76.19	75.62
PT	6+495.13	76.47	76.27	75.90
	6+500.00	76.47	76.29	75.99
C'	6+518.46	76.45	76.39	76.33
	6+520.00	76.45	76.39	76.33
B'	6+528.46	76.44	76.44	76.38
A'	6+538.46	76.43	76.49	76.43

Curva Horizontal N° 13	
CHD6	
Vd km/h:	60.00
R m	115.00
Lc m	258.68
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 12	
Convexa	
m1%	2.00%
m2%	0.27%
A	1.73
Lcv m	70.01
PCV12	6+982.70
PIV12	7+017.70
PTV12	7+052.70

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	7+182.07	83.07	83.13	83.07
B	7+192.07	83.16	83.16	83.10
	7+200.00	83.23	83.18	83.12
C	7+202.07	83.25	83.19	83.13
	7+220.00	83.40	83.24	83.07
PC	7+225.40	83.45	83.25	83.05
	7+240.00	83.58	83.29	83.00
D	7+242.07	83.60	83.30	83.00
	7+260.00	83.64	83.34	83.04
	7+280.00	83.70	83.40	83.10
	7+300.00	83.75	83.45	83.15
	7+320.00	83.81	83.51	83.21
	7+340.00	83.86	83.56	83.26
	7+360.00	83.91	83.61	83.31
	7+380.00	83.97	83.67	83.37
	7+400.00	84.02	83.72	83.42
	7+420.00	84.08	83.78	83.48
	7+440.00	84.13	83.83	83.53
	7+460.00	84.18	83.88	83.58
D'	7+467.41	84.20	83.90	83.30
	7+480.00	84.16	83.94	83.51
PT	7+484.08	84.15	83.95	83.57
	7+500.00	84.10	83.99	83.83
C'	7+507.41	84.07	84.01	83.95
B'	7+517.41	84.04	84.04	83.98
	7+520.00	84.03	84.05	83.99
A'	7+527.41	84.01	84.07	84.01

Curva Horizontal N° 14	
CHI8	
Vd km/h:	60.00
R m	115.00
Lc m	31.98
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 12	
Convexa	
m1%	2.00%
m2%	0.27%
A	1.73
Lcv m	70.01
PCV12	6+982.70
PIV12	7+017.70
PTV12	7+052.70

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	7+668.83	84.39	84.45	84.39
B	7+678.83	84.48	84.48	84.42
	7+680.00	84.49	84.48	84.42
C	7+688.83	84.57	84.51	84.45
	7+700.00	84.67	84.54	84.32
PC	7+712.16	84.77	84.57	84.18
	7+720.00	84.84	84.59	84.10
D'	7+727.47	84.91	84.61	84.01
	7+740.00	84.87	84.65	84.21
PT	7+744.14	84.86	84.66	84.28
	7+760.00	84.80	84.70	84.54
C'	7+767.47	84.78	84.72	84.66
B'	7+777.47	84.75	84.75	84.69
	7+780.00	84.74	84.75	84.69
A'	7+787.47	84.71	84.77	84.71

Curva Horizontal N° 15	
CHI9	
Vd km/h:	60.00
R m	115.00
Lc m	89.21
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 12	
Convexa	
m1%	2.00%
m2%	0.27%
A	1.73
Lcv m	70.01
PCV12	6+982.70
PIV12	7+017.70
PTV12	7+052.70

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	7+806.76	84.75	84.81	84.75
B	7+816.76	84.84	84.84	84.78
	7+820.00	84.87	84.85	84.79
C	7+826.76	84.93	84.87	84.81
	7+840.00	85.04	84.90	84.76
PC	7+850.09	85.13	84.93	84.73
	7+860.00	85.22	84.96	84.70
D	7+866.76	85.28	84.98	84.68
	7+880.00	85.31	85.01	84.71
	7+900.00	85.36	85.06	84.76
	7+920.00	85.42	85.12	84.82
D'	7+922.63	85.43	85.13	84.53
PT	7+939.30	85.37	85.17	84.80
	7+940.00	85.37	85.17	84.81
	7+960.00	85.30	85.23	85.13
C'	7+962.63	85.29	85.23	85.17
B'	7+972.63	85.26	85.26	85.20
	7+980.00	85.24	85.28	85.22
A'	7+982.63	85.23	85.29	85.23

Curva Horizontal N° 16	
CHI10	
Vd km/h:	60.00
R m	110.00
Lc m	39.93
e%	10.00%
a m	6.00
i %	0.60%
Lp m	50.00
b	2%
Ancho m	3

Curva Vertical N° 12	
Convexa	
m1%	2.00%
m2%	0.27%
A	1.73
Lcv m	70.01
PCV12	6+982.70
PIV12	7+017.70
PTV12	7+052.70

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	8+320.30	86.14	86.20	86.14
B	8+330.30	86.23	86.23	86.17
	8+340.00	86.31	86.26	86.20
C	8+340.30	86.32	86.26	86.20
	8+360.00	86.49	86.31	86.13
PC	8+363.63	86.52	86.32	86.12
	8+380.00	86.66	86.36	86.07
D	8+380.30	86.67	86.37	86.07
D'	8+386.90	86.68	86.38	85.78
	8+400.00	86.64	86.42	86.00
PT	8+403.57	86.63	86.43	86.05
	8+420.00	86.57	86.47	86.32
C'	8+426.90	86.55	86.49	86.43
B'	8+436.90	86.52	86.52	86.46
	8+440.00	86.51	86.53	86.47
A'	8+446.90	86.48	86.54	86.48

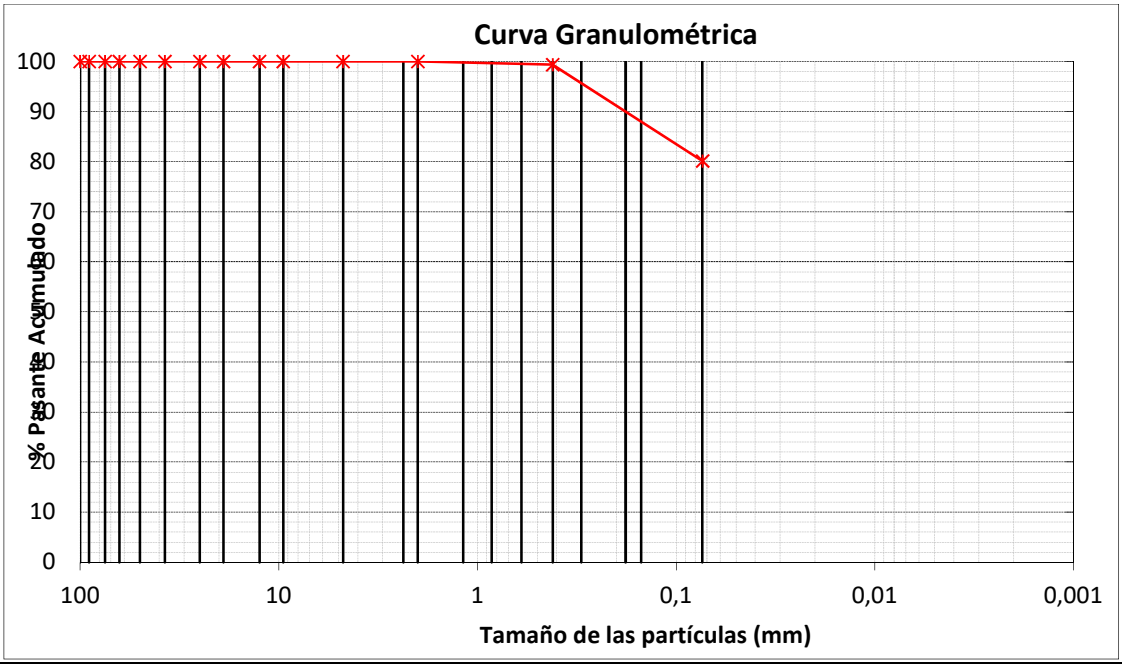
5. DETALLE DE LOS ESTUDIOS DE SUELO

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ENSAYOS DE CLASIFICACION
PROYECTO: **MUESTRA:** 1
LOCALIZACION: SACACHUN - LA CIENEGA
PERFORACION: CAL-1
FECHA: 05-07-2016 **PROFUNDIDAD**: 0.50 m – 1.50 m
MATERIAL: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
COORDENADAS: 562289 E – 9748114 N

GRANULOMETRIA

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
A.S.T.M.	mm					
4"	100.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3½"	90.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Pasa el No.4						
No.8	2.36					
No.10	2	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.16	1.18					
No.20	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.30	0.6					
No.40	0.42	2.16	2.16	0.65	0.65	99.35
No.50	0.3					
No.80	0.18					
No.100	0.15	7.90	10.06	2.39	3.05	96.95
No.200	0.074	55.58	65.64	16.84	19.89	80.11
Pasa el No.200		264.41	330.05	80.11	100.00	0.00
Total		330.05		100.00		



Grava =	0.00	%	Arena =	19.89	%	Finos =	80.11

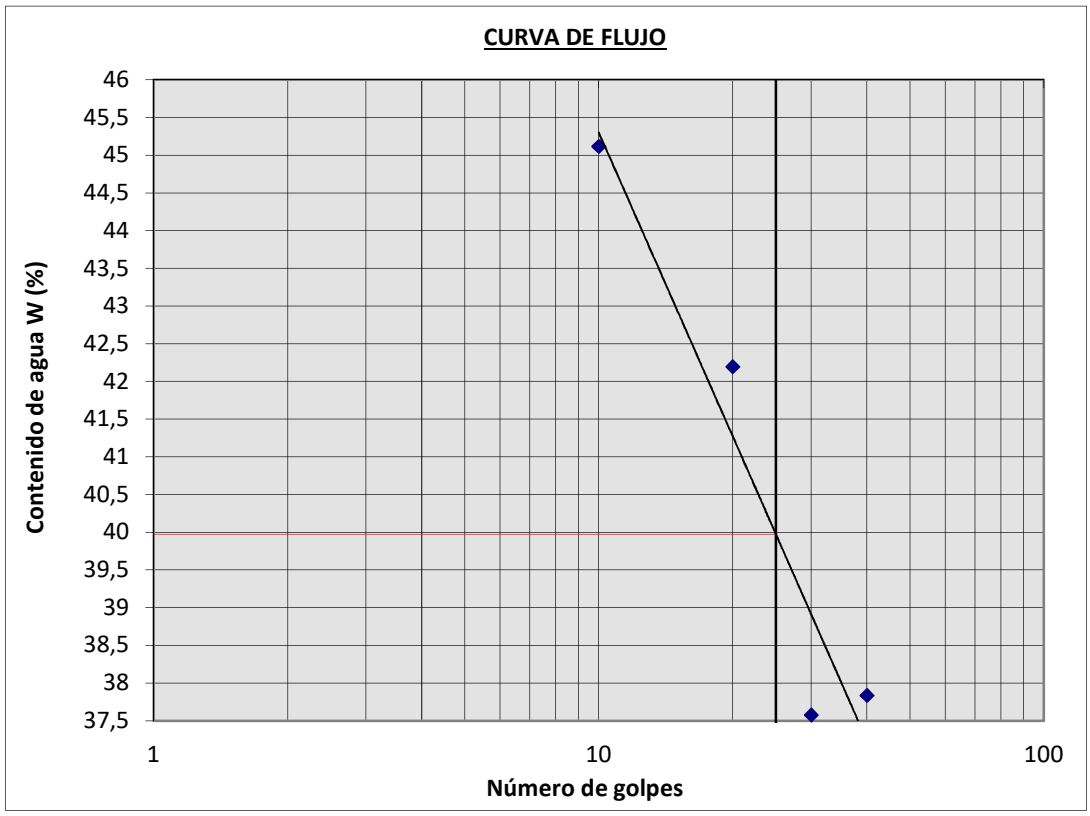
LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYO No	1	2	3	4	1	2	3	1	2
CAPSULA No	11	18	50	92	56	15	10	93	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	19.21	22.06	20.06	20.21	6.79	6.70	6.72	131.20	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	15.10	17.72	16.25	16.02	6.68	6.57	6.60	113.70	
PESO AGUA gr.	4.11	4.34	3.81	4.19	0.11	0.13	0.12	17.5	
PESO DE LA CAPSULA gr.	5.99	6.17	6.18	6.09	6.22	6.05	5.97	23.90	
PESO SUELO SECO gr.	9.11	11.55	10.07	9.93	0.46	0.52	0.63	89.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	45.12	37.58	37.84	42.20	23.91	25.00	19.05	19.49	
NUMERO DE GOLPES	10	30	40	20					

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	19.49 **%**		
LIMITE LIQUIDO	39.97 **%**	**CLASIFICACION**	
LIMITE PLASTICO	24.46 **%**	**SUCS**	CL
INDICE DE PLASTICIDAD ..	15.52 **%**	**AASHTO**	A-6(11)

Observaciones:

Normas de Referencia:
ASTM D424
ASTM D1140
ASTM D421
ASTM D4318


CURVA DE FLUJO
Contenido de agua W (%)
46
45,5
45
44,5
44
43,5
43
42,5
42
41,5
41
40,5
40
39,5
39
38,5
38
37,5
1
10
100
Número de golpes

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO: **MUESTRA:** 1

LOCALIZACION: SACACHUN - LA CIENEGA

PERFORACION: CAL-2

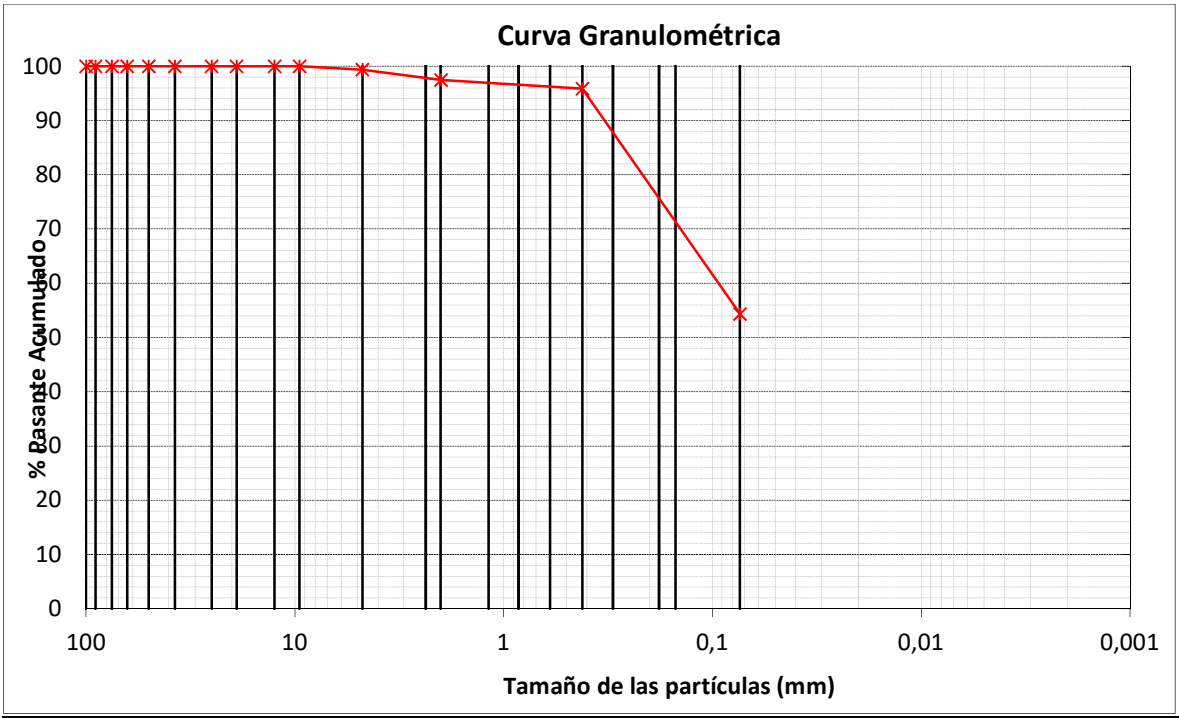
FECHA: 05-07-2016 **PROFUNDIDAD**: 0.50 m – 1.50 m

MATERIAL: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA

COORDENADAS: 562299 E - 9747214 N

GRANULOMETRIA

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
A.S.T.M.	mm					
4"	100.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3½"	90.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4	4.75	0.71	0.71	0.63	0.63	99.37
Pasa el No.4						
No.8	2.36					
No.10	2	2.14	2.85	1.91	2.55	97.45
No.16	1.18					
No.20	0.84	1.37	4.22	1.22	3.77	96.23
No.30	0.6					
No.40	0.42	0.43	4.65	0.38	4.16	95.84
No.50	0.3					
No.80	0.18					
No.100	0.15	0.64	5.29	0.57	4.73	95.27
No.200	0.074	45.83	51.12	40.96	45.68	54.32
Pasa el No.200		60.78	111.90	54.32	100.00	0.00
Total		111.90		100.00		



Grava =	0.63	%	Arena =	45.05	%	Finos =	54.32

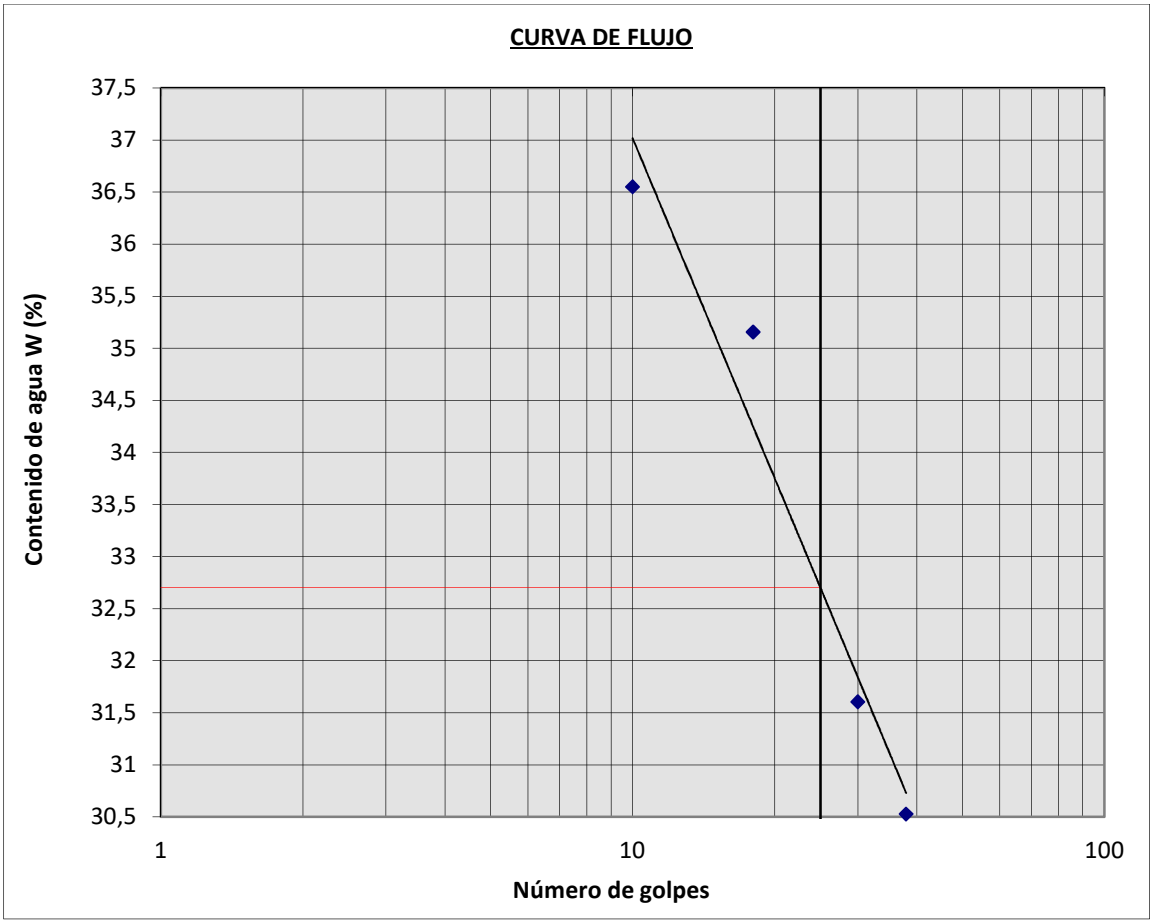
LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYO No	1	2	3	4	1	2	3	1	2
CAPSULA No	64	2	7	67	OO	1	10	109	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	9.90	9.42	11.34	10.84	5.37	6.02	5.04	146.50	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	8.84	8.52	10.06	9.68	4.55	5.22	4.35	136.50	
PESO AGUA gr.	1.06	0.90	1.28	1.16	0.82	0.80	0.69	10.0	
PESO DE LA CAPSULA gr.	5.94	5.96	6.01	5.88	0.96	0.94	0.97	24.60	
PESO SUELO SECO gr.	2.90	2.56	4.05	3.80	3.59	4.28	3.38	111.9	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	36.55	35.16	31.60	30.53	22.84	18.69	20.41	8.94	
NUMERO DE GOLPES	10	18	30	38					

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	8.94 **%**		
LIMITE LIQUIDO	32.70 **%**	**CLASIFICACION**	
LIMITE PLASTICO	19.55 **%**	**SUCS**	CL
INDICE DE PLASTICIDAD ..	13.15 **%**	**AASHTO**	A-6(4)

Observaciones:

Normas de Referencia:
ASTM D424
ASTM D1140
ASTM D421
ASTM D4318


CURVA DE FLUJO
37,5
37
36,5
36
35,5
35
34,5
34
33,5
33
32,5
32
31,5
31
30,5
Contenido de agua W (%)
1
10
100
Número de golpes

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO: **MUESTRA:** 1

LOCALIZACION: SACACHUN - LA CIENEGA

PERFORACION: CAL-3

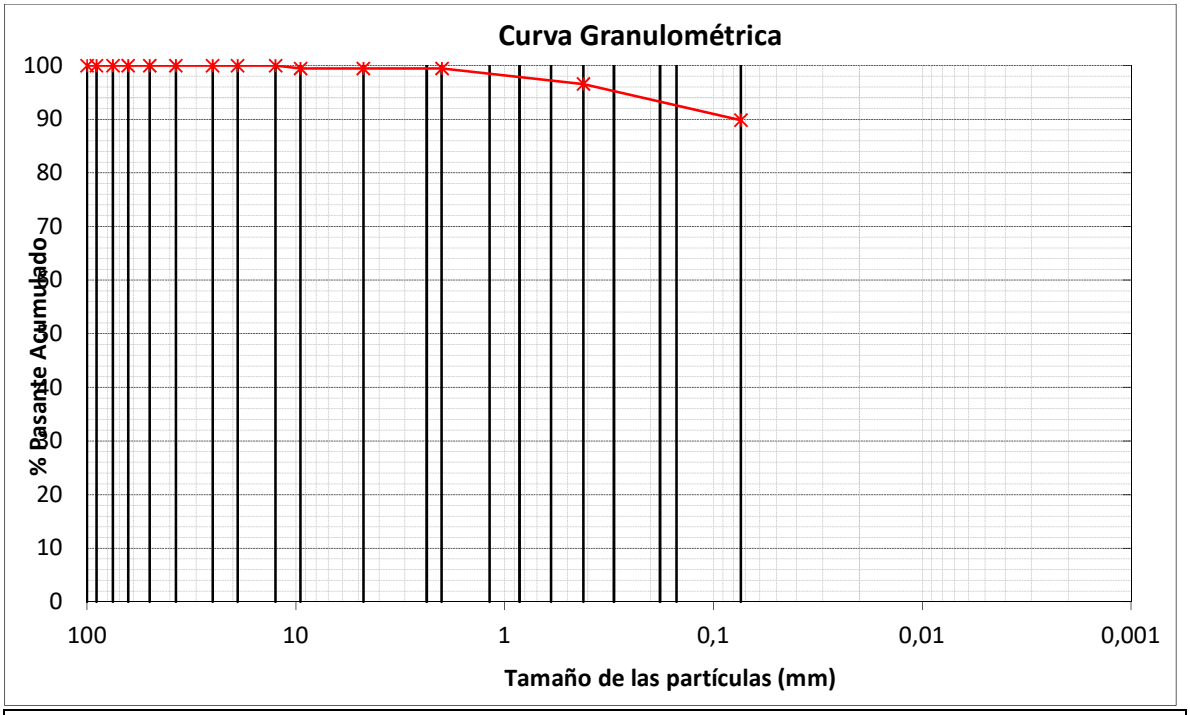
FECHA: 05-07-2016 **PROFUNDIDAD**: 0.50 m – 1.50 m

MATERIAL: ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

COORDENADAS: 563151 E - 9746739 N

GRANULOMETRIA

PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1.91	1.91	0.56	0.56	99.44
0.00	1.91	0.00	0.56	99.44
0.00	1.91	0.00	0.56	99.44
0.00	1.91	0.00	0.56	99.44
9.91	11.82	2.89	3.45	96.55
9.27	21.09	2.70	6.15	93.85
13.88	34.97	4.05	10.20	89.80
307.74	342.71	89.80	100.00	0.00
342.71		100.00		



Grava =	0.56	%	Arena =	9.65	%	Finos =	89.80

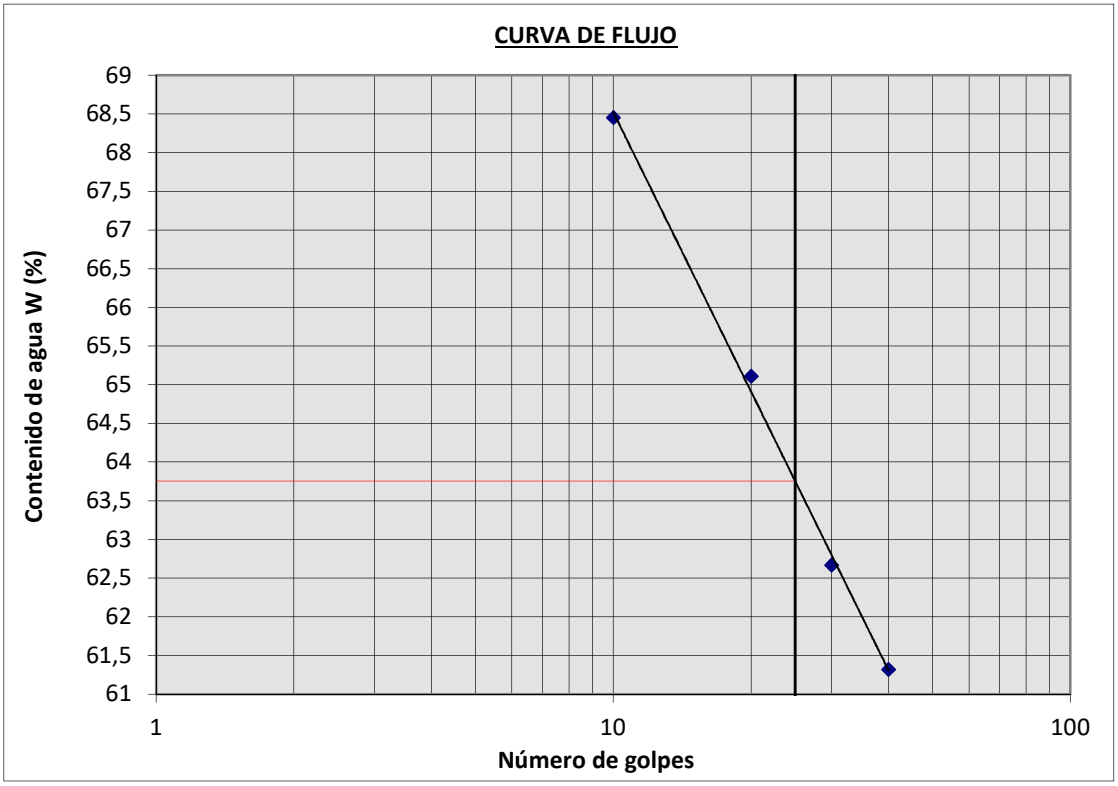
LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYO No	1	2	3	4	1	2	3	1	2
CAPSULA No	21	47	48	33	62	48	61	30	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	14.35	17.74	17.10	15.72	7.31	7.09	6.83	113.60	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	11.03	13.28	13.01	12.01	7.15	6.96	6.64	103.00	
PESO AGUA gr.	3.32	4.46	4.09	3.71	0.16	0.13	0.19	10.6	
PESO DE LA CAPSULA gr.	6.18	6.43	6.34	6.09	6.45	6.31	5.80	24.10	
PESO SUELO SECO gr.	4.85	6.85	6.67	5.92	0.70	0.65	0.84	78.9	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	68.45	65.11	61.32	62.67	22.86	20.00	22.62	13.43	
NUMERO DE GOLPES	10	20	40	30					

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	13.43 **%**		
LIMITE LIQUIDO	63.75 **%**	**CLASIFICACION**	
LIMITE PLASTICO	21.31 **%**	**SUCS**	CH
INDICE DE PLASTICIDAD ..	42.44 **%**	**AASHTO**	A-7-6(20)

Observaciones:

Normas de Referencia:
ASTM D424
ASTM D1140
ASTM D421
ASTM D4318


CURVA DE FLUJO
69
68,5
68
67,5
67
66,5
66
65,5
65
64,5
64
63,5
63
62,5
62
61,5
61
Contenido de agua W (%)
1
10
100
Número de golpes

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO: **MUESTRA:** 1

LOCALIZACION: SACACHUN - LA CIENEGA

PERFORACION: CAL-9

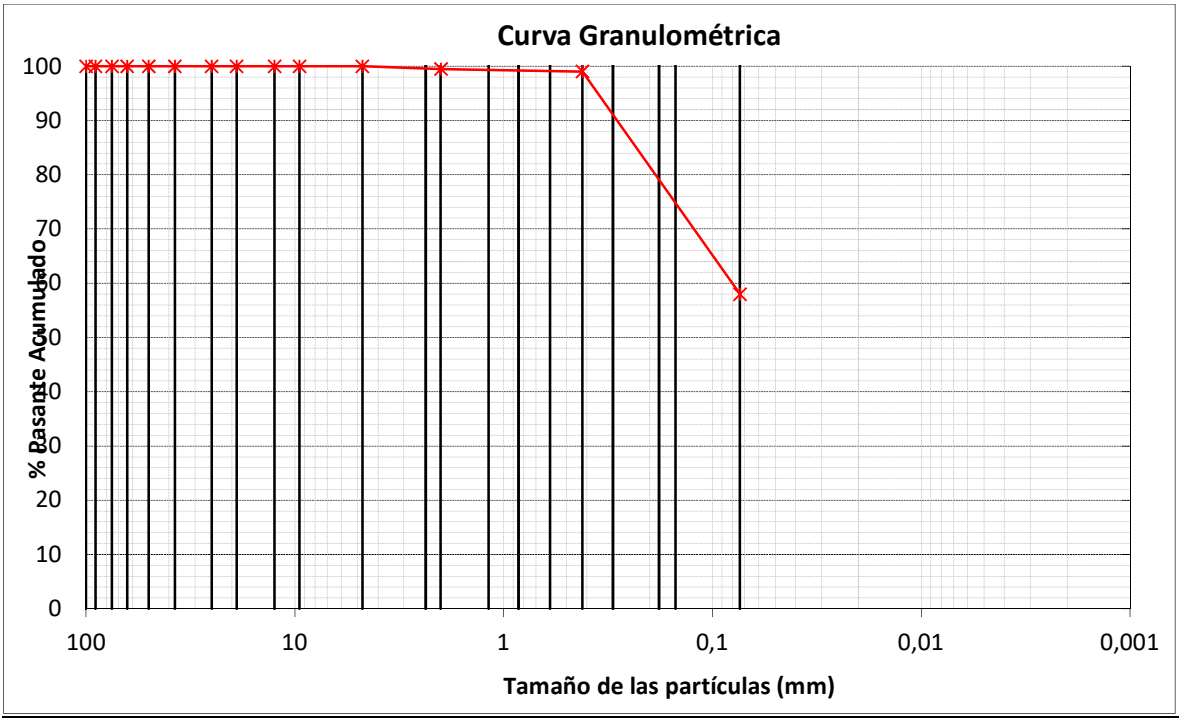
FECHA: 05-07-2016 **PROFUNDIDAD**: 0.50 m – 1.50 m

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSO

COORDENADAS: 564107 E - 9746761 N

GRANULOMETRIA

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
A.S.T.M.	mm					
4"	100.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3½"	90.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Pasa el No.4						
No.8	2.36					
No.10	2	0.49	0.49	0.52	0.52	99.48
No.16	1.18					
No.20	0.84	0.28	0.77	0.30	0.82	99.18
No.30	0.6					
No.40	0.42	0.13	0.90	0.14	0.96	99.04
No.50	0.3					
No.80	0.18					
No.100	0.15	0.74	1.64	0.79	1.76	98.24
No.200	0.074	37.62	39.26	40.28	42.03	57.97
Pasa el No.200		54.14	93.40	57.97	100.00	0.00
Total		93.40		100.00		



Grava =	0.00	%	Arena =	42.03	%	Finos =	57.97

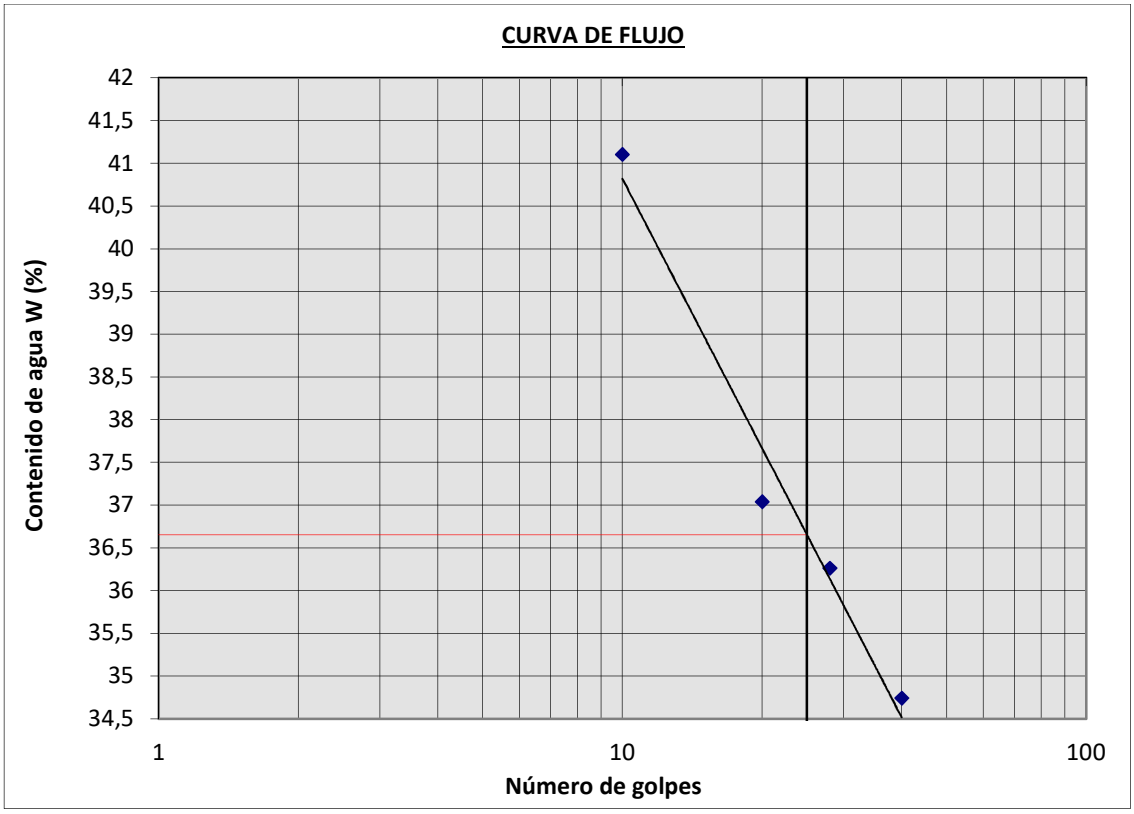
LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYO No	1	2	3	4	1	2	3	1	2
CAPSULA No	3	36	14	16	O3	3	E	150	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	11.59	10.79	10.77	11.75	3.65	3.66	3.46	136.80	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	9.95	9.49	9.49	10.27	3.11	3.15	2.93	116.70	
PESO AGUA gr.	1.64	1.30	1.28	1.48	0.54	0.51	0.53	20.1	
PESO DE LA CAPSULA gr.	5.96	5.98	5.96	6.01	1.02	1.15	0.96	23.30	
PESO SUELO SECO gr.	3.99	3.51	3.53	4.26	2.09	2.00	1.97	93.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	41.10	37.04	36.26	34.74	25.84	25.50	26.90	21.52	
NUMERO DE GOLPES	10	20	28	40					

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	21.52 **%**		
LIMITE LIQUIDO	36.65 **%**	**CLASIFICACION**	
LIMITE PLASTICO	26.20 **%**	**SUCS**	ML
INDICE DE PLASTICIDAD ..	10.45 **%**	**AASHTO**	A-6(4)

Observaciones:

Normas de Referencia:
ASTM D424
ASTM D1140
ASTM D421
ASTM D4318


CURVA DE FLUJO
Contenido de agua W (%)
42
41,5
41
40,5
40
39,5
39
38,5
38
37,5
37
36,5
36
35,5
35
34,5
1
10
100
Número de golpes

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO: **MUESTRA:** 1

LOCALIZACION: SACACHUN - LA CIENEGA

PERFORACION: CAL-11

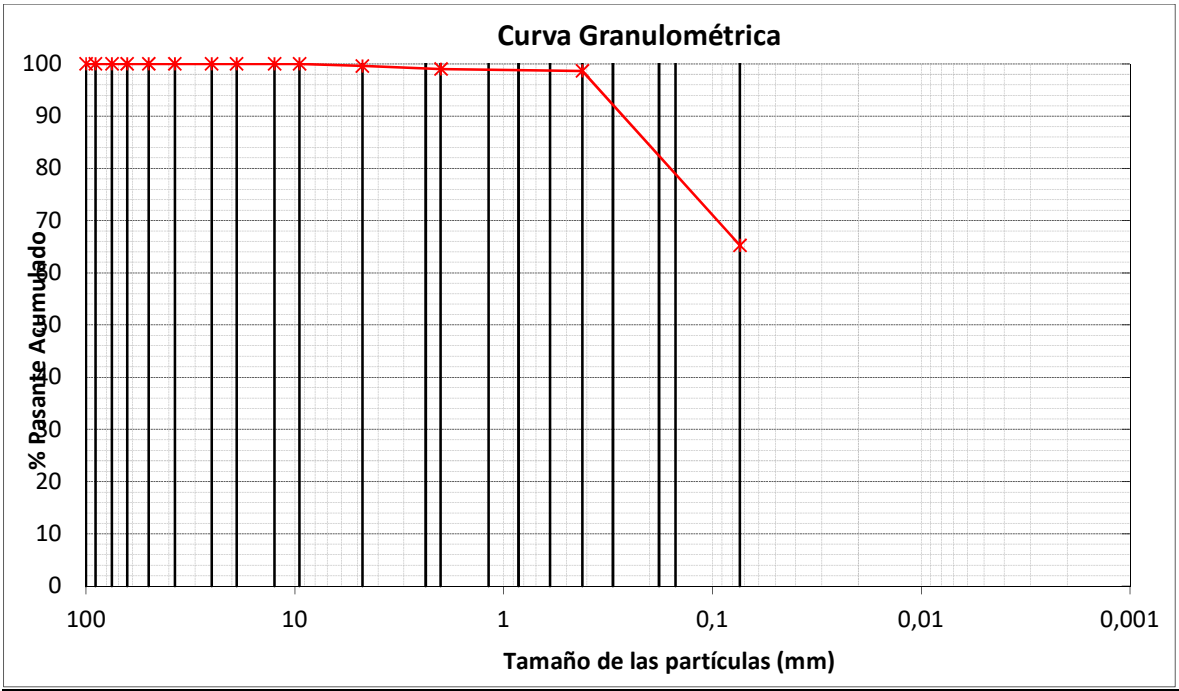
FECHA: 05-07-2016 **PROFUNDIDAD**: 0.50 m – 1.50 m

MATERIAL: ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD ARENOSA

COORDENADAS: 564974 E - 9747108 N

GRANULOMETRIA

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
A.S.T.M.	mm					
4"	100.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3½"	90.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4	4.75	0.33	0.33	0.39	0.39	99.61
Pasa el No.4						
No.8	2.36					
No.10	2	0.53	0.86	0.62	1.00	99.00
No.16	1.18					
No.20	0.84	0.18	1.04	0.21	1.21	98.79
No.30	0.6					
No.40	0.42	0.12	1.16	0.14	1.35	98.65
No.50	0.3					
No.80	0.18					
No.100	0.15	0.18	1.34	0.21	1.56	98.44
No.200	0.074	28.47	29.81	33.22	34.78	65.22
Pasa el No.200		55.89	85.70	65.22	100.00	0.00
Total		85.70		100.00		



Grava =	0.39	%	Arena =	34.40	%	Finos =	65.22

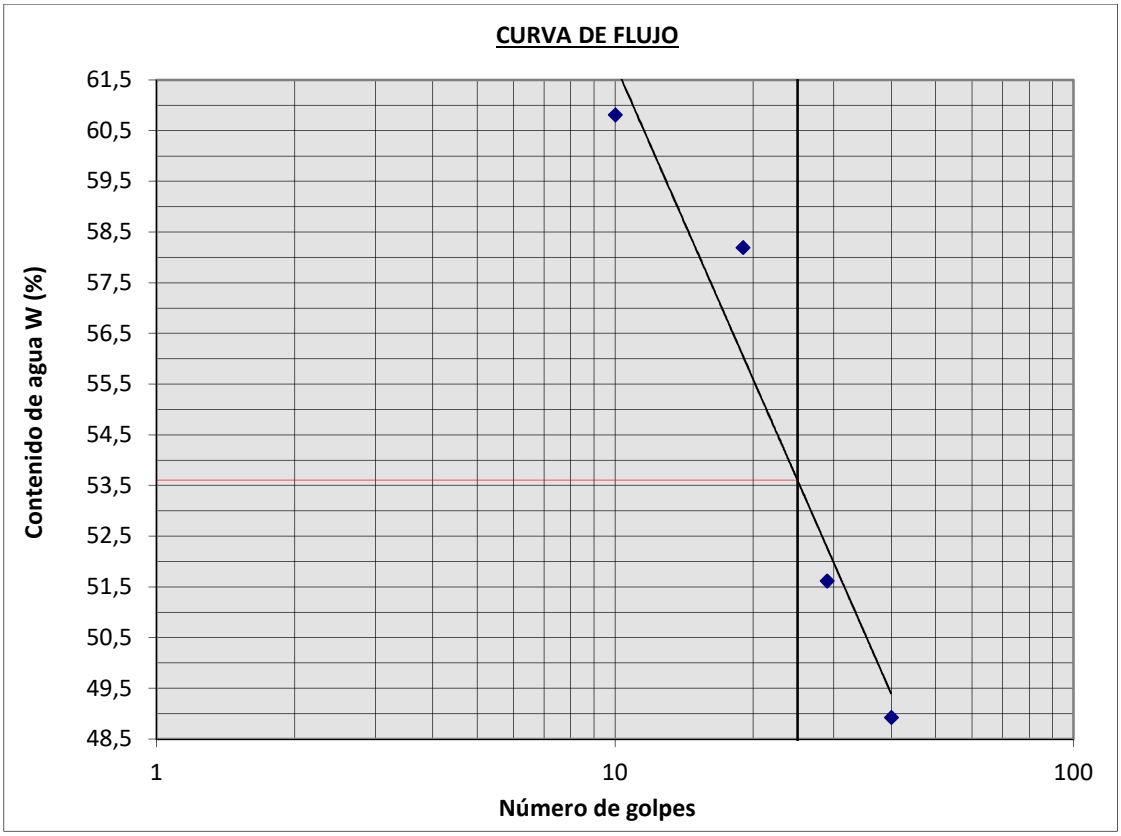
LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYO No	1	2	3	4	1	2	3	1	2
CAPSULA No	98	80	15	79	72	36	CAS	117	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	8.39	8.90	10.73	10.04	4.46	4.74	4.32	142.40	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	7.49	7.87	9.13	8.68	3.89	4.07	3.75	117.40	
PESO AGUA gr.	0.90	1.03	1.60	1.36	0.57	0.67	0.57	25.0	
PESO DE LA CAPSULA gr.	6.01	6.10	6.03	5.90	1.36	1.39	1.41	31.70	
PESO SUELO SECO gr.	1.48	1.77	3.10	2.78	2.53	2.68	2.34	85.7	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	60.81	58.19	51.61	48.92	22.53	25.00	24.36	29.17	
NUMERO DE GOLPES	10	19	29	40					

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	29.17 **%**		
LIMITE LIQUIDO	53.60 **%**	**CLASIFICACION**	
LIMITE PLASTICO	23.76 **%**	**SUCS**	CH
INDICE DE PLASTICIDAD ..	29.84 **%**	**AASHTO**	A-7-6(17)

Observaciones:

Normas de Referencia:
ASTM D424
ASTM D1140
ASTM D421
ASTM D4318


CURVA DE FLUJO
61,5
60,5
59,5
58,5
57,5
56,5
55,5
54,5
53,5
52,5
51,5
50,5
49,5
48,5
Contenido de agua W (%)
1
10
100
Número de golpes

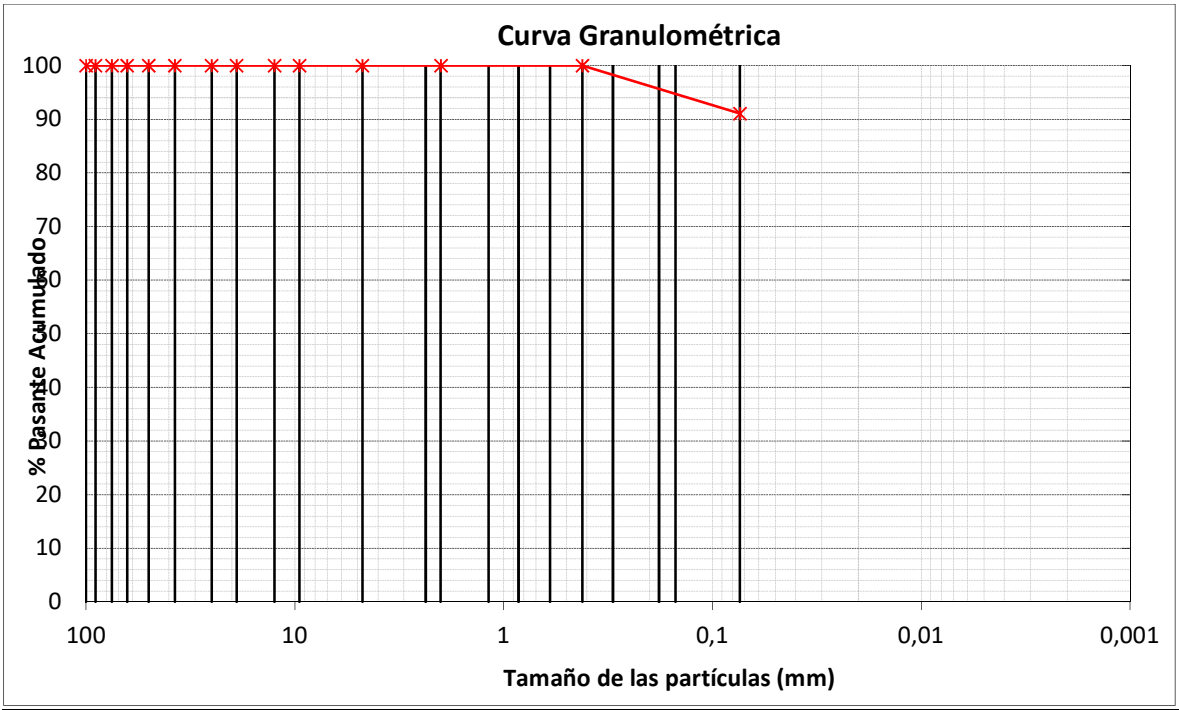
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO: **MUESTRA:** 1
LOCALIZACION: SACACHUN - LA CIENEGA
PERFORACION: CAL-12
FECHA: 05-07-2016 **PROFUNDIDAD**: 0.50 m – 1.50 m
MATERIAL: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
COORDENADAS: 565939 E - 9747161 N

GRANULOMETRIA

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
A.S.T.M.	mm					
4"	100.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3½"	90.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Pasa el No.4						
No.8	2.36					
No.10	2	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.16	1.18					
No.20	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.30	0.6					
No.40	0.42	0.14	0.14	0.04	0.04	99.96
No.50	0.3					
No.80	0.18					
No.100	0.15	3.82	3.96	1.03	1.07	98.93
No.200	0.074	29.22	33.18	7.90	8.97	91.03
Pasa el No.200		336.66	369.84	91.03	100.00	0.00
Total		369.84		100.00		



Grava =	0.00	%	Arena =	8.97	%	Finos =	91.03

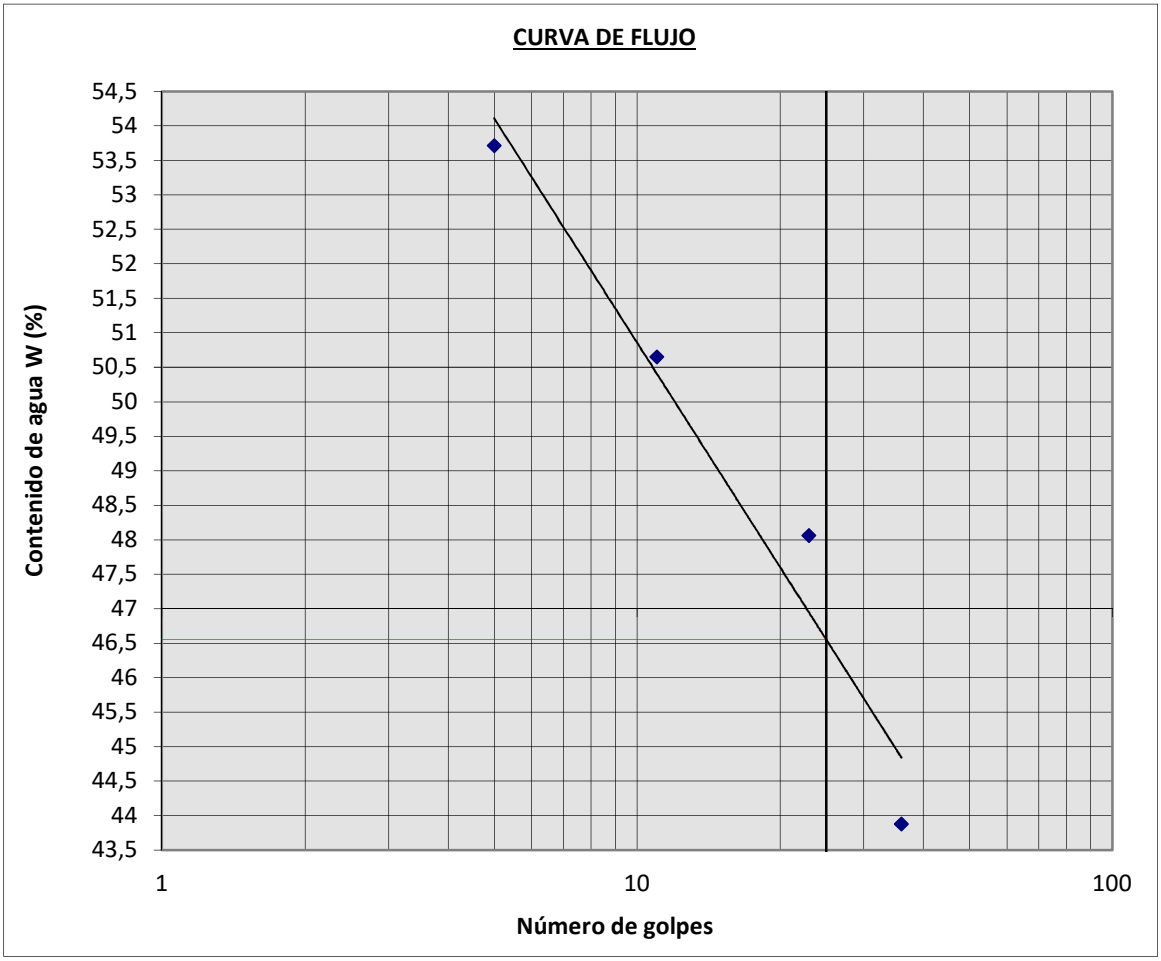
LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYO No	1	2	3	4	1	2	3	1	2
CAPSULA No	70	78	54	16	67	52	72	84	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	25.78	16.42	17.36	20.01	7.18	7.14	6.80	124.30	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	18.91	12.92	13.99	15.55	7.05	7.01	6.70	112.50	
PESO AGUA gr.	6.87	3.50	3.37	4.46	0.13	0.13	0.10	11.8	
PESO DE LA CAPSULA gr.	6.12	6.01	6.31	6.27	6.35	6.21	6.16	23.70	
PESO SUELO SECO gr.	12.79	6.91	7.68	9.28	0.70	0.80	0.54	88.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	53.71	50.65	43.88	48.06	18.57	16.25	18.52	13.29	

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	13.29 **%**		
LIMITE LIQUIDO	46.55 **%**	**CLASIFICACION**	
LIMITE PLASTICO	18.54 **%**	**SUCS**	CL
INDICE DE PLASTICIDAD ..	28.01 **%**	**AASHTO**	A-7-6(20)

Observaciones:

Normas de Referencia:
ASTM D424
ASTM D1140
ASTM D421
ASTM D4318


CURVA DE FLUJO
Contenido de agua W (%)
54,5
54
53,5
53
52,5
52
51,5
51
50,5
50
49,5
49
48,5
48
47,5
47
46,5
46
45,5
45
44,5
44
43,5
1
10
100
Número de golpes

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO: **MUESTRA:** 1

LOCALIZACION: SACACHUN - LA CIENEGA

PERFORACION: CAL-13

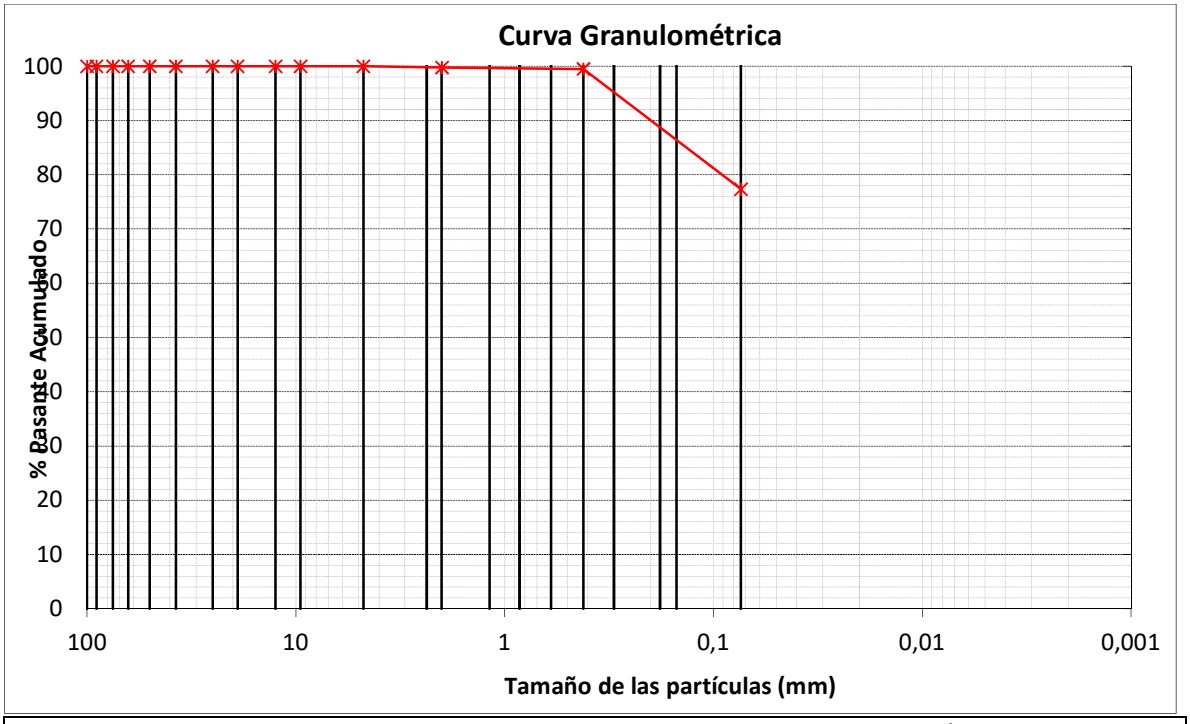
FECHA: 05-07-2016 **PROFUNDIDAD**: 0.50 m – 1.50 m

MATERIAL: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA

COORDENADAS: 566873 E - 9746893N

GRANULOMETRIA

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
A.S.T.M.	mm					
4"	100.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3½"	90.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Pasa el No.4						
No.8	2.36					
No.10	2	0.19	0.19	0.25	0.25	99.75
No.16	1.18					
No.20	0.84	0.13	0.32	0.17	0.42	99.58
No.30	0.6					
No.40	0.42	0.07	0.39	0.09	0.51	99.49
No.50	0.3					
No.80	0.18					
No.100	0.15	0.16	0.55	0.21	0.72	99.28
No.200	0.074	16.71	17.26	21.96	22.68	77.32
Pasa el No.200		58.84	76.10	77.32	100.00	0.00
Total		76.10		100.00		

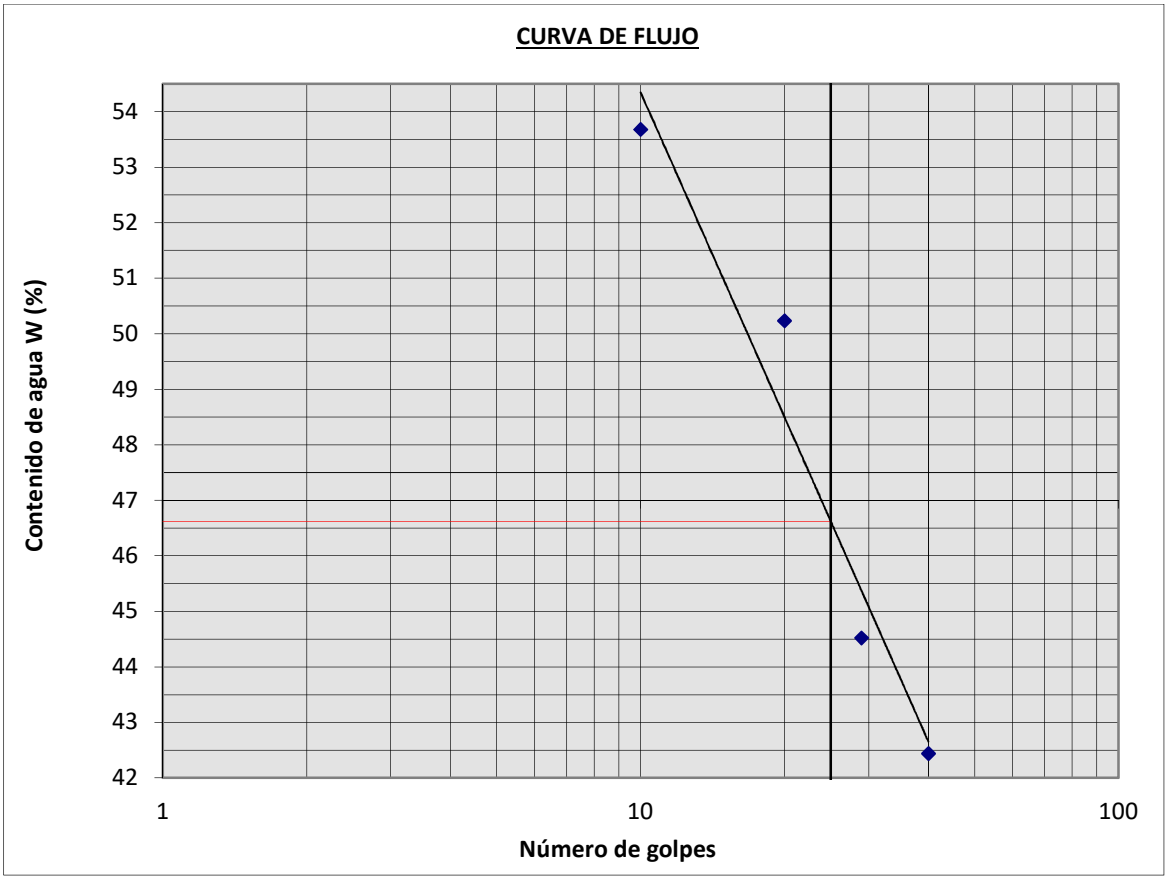


Grava =	0.00	%	Arena =	22.68	%	Finos =	77.32

LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYO No	1	2	3	4	1	2	3	1	2
CAPSULA No	4	XX	XXX	1	71	55	24	209	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	17.00	15.68	16.92	18.37	4.77	4.39	4.98	111.80	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	15.54	14.59	15.62	16.63	4.12	3.86	4.17	99.00	
PESO AGUA gr.	1.46	1.09	1.30	1.74	0.65	0.53	0.81	12.8	
PESO DE LA CAPSULA gr.	12.82	12.42	12.70	12.53	1.44	1.41	1.41	22.90	
PESO SUELO SECO gr.	2.72	2.17	2.92	4.10	2.68	2.45	2.76	76.1	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	53.68	50.23	44.52	42.44	24.25	21.63	29.35	16.82	
NUMERO DE GOLPES	10	20	29	40					

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	16.82 **%**		**Observaciones:**
LIMITE LIQUIDO	46.62 **%**	**CLASIFICACION**	Normas de Referencia:
LIMITE PLASTICO	25.49 **%**	**SUCS** CL	ASTM D424 ASTM D1140 ASTM D421 ASTM D4318
INDICE DE PLASTICIDAD ..	21.13 **%**	**AASHTO** A-7-6(15)	


CURVA DE FLUJO
Contenido de agua W (%)
54
53
52
51
50
49
48
47
46
45
44
43
42
1
10
100
Número de golpes

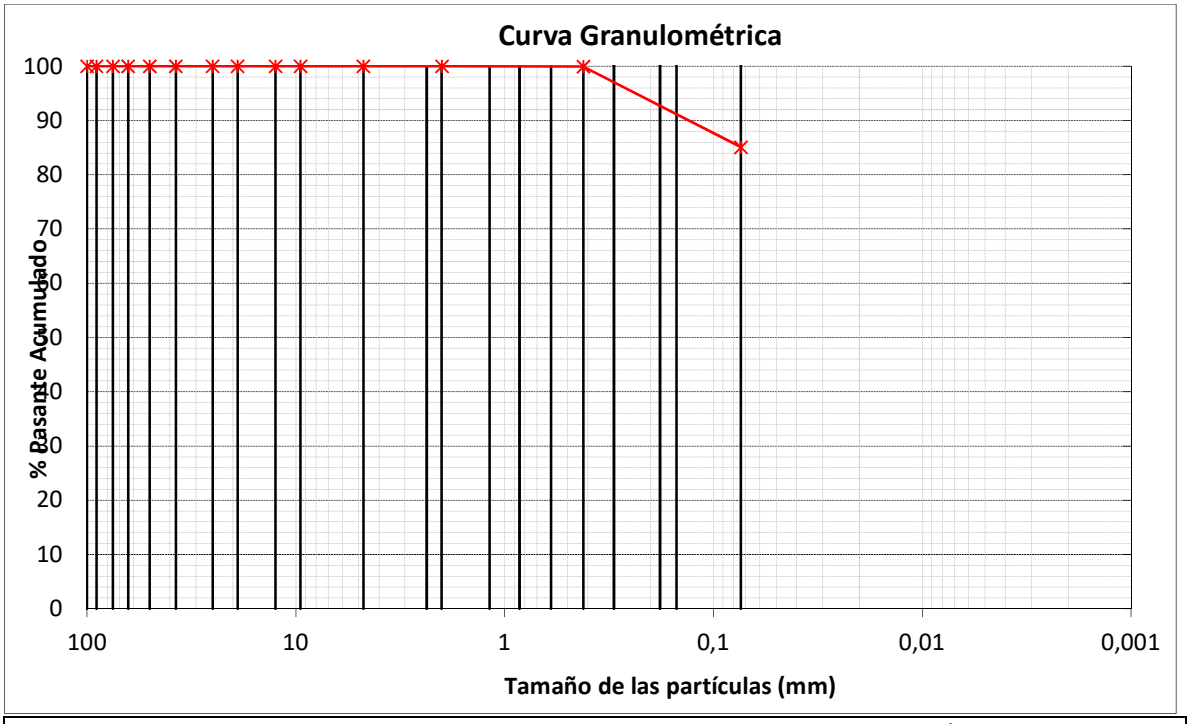
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO: **MUESTRA:** 1
LOCALIZACION: SACACHUN - LA CIENEGA
PERFORACION: CAL-14
FECHA: 05-07-2016 **PROFUNDIDAD**: 0.50 m – 1.50 m
MATERIAL: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
COORDENADAS: 567765 E - 9747098 N

GRANULOMETRIA

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
A.S.T.M.	mm					
4"	100.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3½"	90.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Pasa el No.4						
No.8	2.36					
No.10	2	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.16	1.18					
No.20	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.30	0.6					
No.40	0.42	0.26	0.26	0.08	0.08	99.92
No.50	0.3					
No.80	0.18					
No.100	0.15	5.25	5.51	1.64	1.72	98.28
No.200	0.074	42.33	47.84	13.21	14.92	85.08
Pasa el No.200		272.70	320.54	85.08	100.00	0.00
Total		320.54		100.00		



Grava =	0.00	%	Arena =	14.92	%	Finos =	85.08

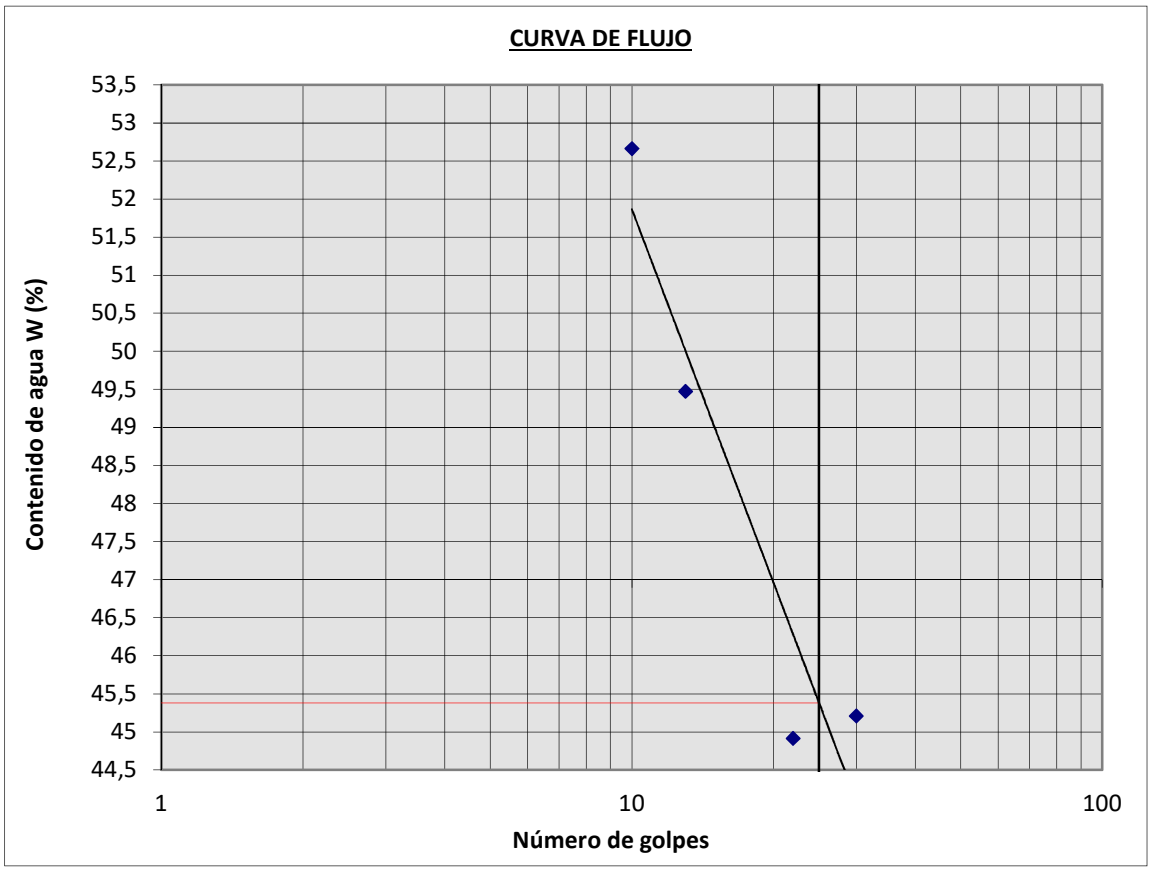
LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYO No	1	2	3	4	1	2	3	1	2
CAPSULA No	Z	205	206	9	41	73	49	123	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	20.99	14.54	13.11	14.08	6.70	7.37	7.14	133.20	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	16.40	11.90	10.77	11.41	6.60	7.21	7.06	113.70	
PESO AGUA gr.	4.59	2.64	2.34	2.67	0.10	0.16	0.08	19.5	
PESO DE LA CAPSULA gr.	6.18	6.06	6.04	6.34	5.93	6.27	6.29	21.30	
PESO SUELO SECO gr.	10.22	5.84	4.73	5.07	0.67	0.94	0.77	92.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	44.91	45.21	49.47	52.66	14.93	17.02	10.39	21.10	
NUMERO DE GOLPES	22	30	13	10					

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	21.10 **%**		
LIMITE LIQUIDO	45.38 **%**	**CLASIFICACION**	
LIMITE PLASTICO	15.97 **%**	**SUCS**	CL
INDICE DE PLASTICIDAD ..	29.41 **%**	**AASHTO**	A-7-6(20)

Observaciones:

Normas de Referencia:
ASTM D424
ASTM D1140
ASTM D421
ASTM D4318


CURVA DE FLUJO
Contenido de agua W (%)
53,5
53
52,5
52
51,5
51
50,5
50
49,5
49
48,5
48
47,5
47
46,5
46
45,5
45
44,5
1
10
100
Número de golpes

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO: **MUESTRA:** 1

LOCALIZACION: SACACHUN - LA CIENEGA

PERFORACION: CAL-15

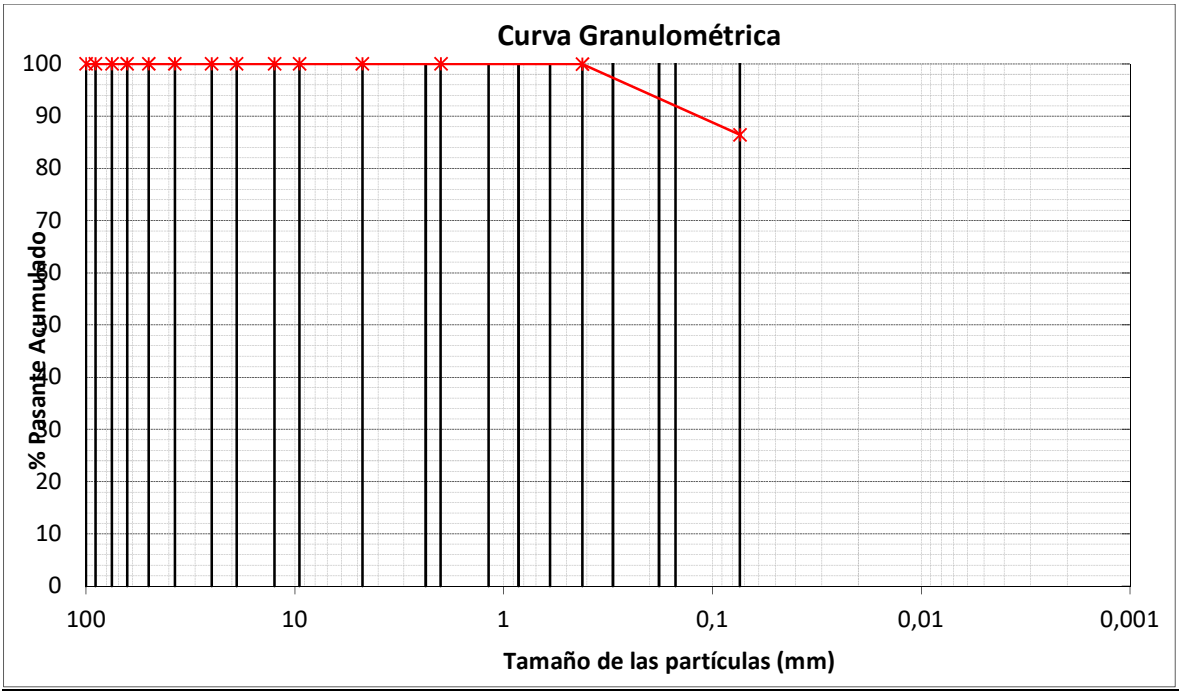
FECHA: 05-07-2016 **PROFUNDIDAD**: 0.50 m – 1.50 m

MATERIAL: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

COORDENADAS: 568255 E - 9746700 N

GRANULOMETRIA

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
A.S.T.M.	mm					
4"	100.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3½"	90.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Pasa el No.4						
No.8	2.36					
No.10	2	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.16	1.18					
No.20	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.30	0.6					
No.40	0.42	0.18	0.18	0.05	0.05	99.95
No.50	0.3					
No.80	0.18					
No.100	0.15	4.12	4.30	1.25	1.30	98.70
No.200	0.074	40.51	44.81	12.27	13.57	86.43
Pasa el No.200		285.31	330.12	86.43	100.00	0.00
Total		330.12		100.00		



Grava =	0.00	%	Arena =	13.57	%	Finos =	86.43

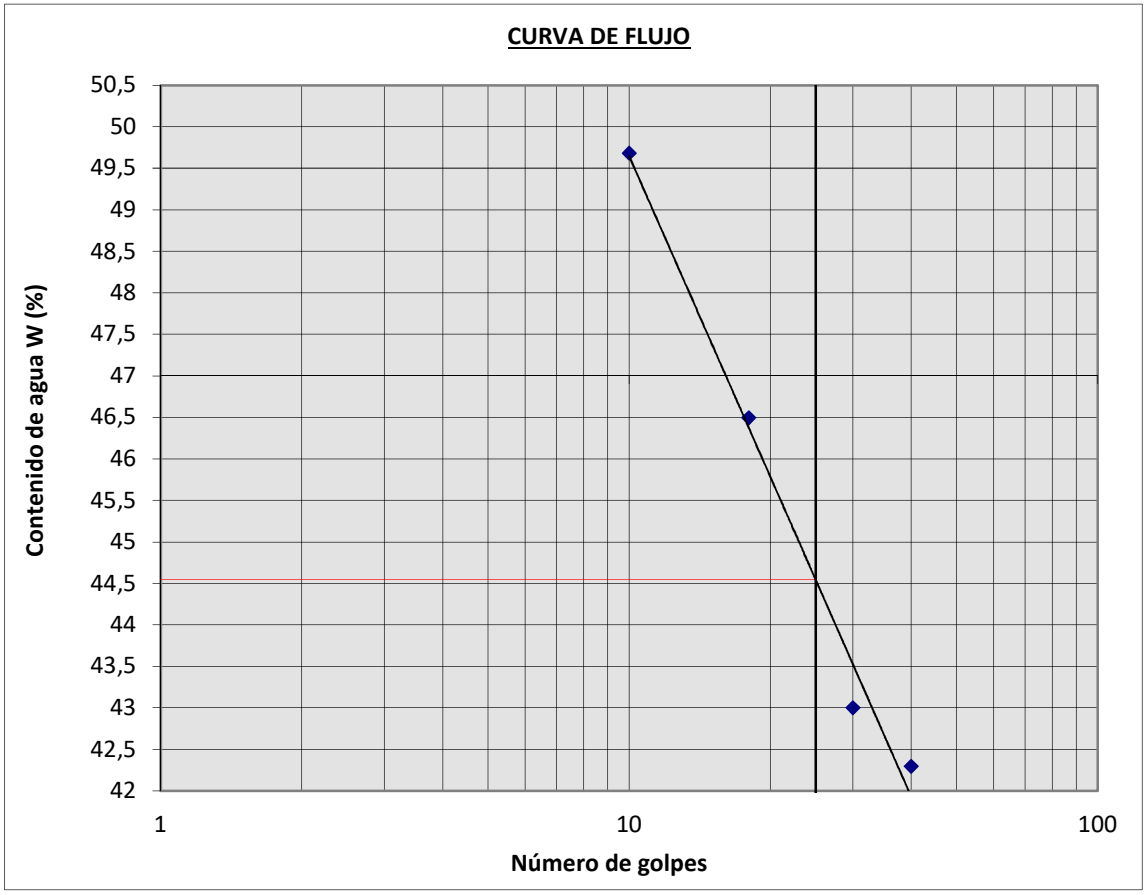
LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYO No	1	2	3	4	1	2	3	1	2
CAPSULA No	5B	215	214	200	12	23	13	104	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	17.50	17.15	16.89	17.73	5.24	5.58	5.91	128.10	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	15.93	15.69	15.60	16.22	4.53	4.82	5.05	109.40	
PESO AGUA gr.	1.57	1.46	1.29	1.51	0.71	0.76	0.86	18.7	
PESO DE LA CAPSULA gr.	12.77	12.55	12.60	12.65	1.40	1.43	1.48	21.30	
PESO SUELO SECO gr.	3.16	3.14	3.00	3.57	3.13	3.39	3.57	88.1	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	49.68	46.50	43.00	42.30	22.68	22.42	24.09	21.23	
NUMERO DE GOLPES	10	18	30	40					

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	21.23 **%**		
LIMITE LIQUIDO	44.54 **%**	**CLASIFICACION**	
LIMITE PLASTICO	23.25 **%**	**SUCS**	CL
INDICE DE PLASTICIDAD ..	21.29 **%**	**AASHTO**	A-7-6(19)

Observaciones:

Normas de Referencia:
ASTM D424
ASTM D1140
ASTM D421
ASTM D4318


CURVA DE FLUJO
50,5
50
49,5
49
48,5
48
47,5
47
46,5
46
45,5
45
44,5
44
43,5
43
42,5
42
Contenido de agua W (%)
1
10
100
Número de golpes

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

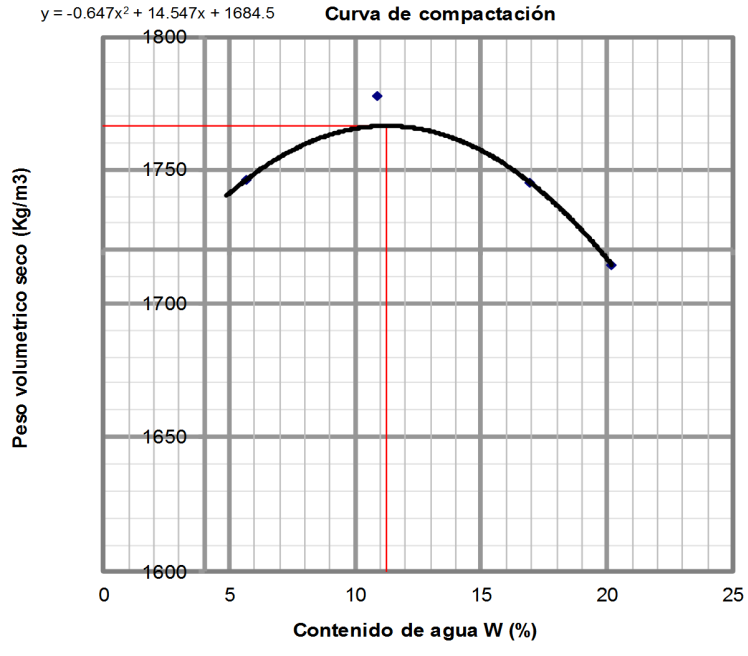
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 562289 E - 9748114N
Abscisa : 0+000
Calicata № 1
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad con arena

FECHA: July, 7 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2.726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0.0021313	m3
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55,808	lb-ft / ft3

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
№	№	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m^3
1	180	225.4	216.9	68.3	8.5	148.6	5.69	6.660	3.934	0.9461	3.722	1746
2	29	202.1	189.3	71.1	12.8	118.2	10.86	6.926	4.200	0.9021	3.789	1778
3	10	215.1	190.8	70.5	24.3	120.3	20.20	7.118	4.392	0.8320	3.654	1714
4	201	194.9	176.9	70.2	18.1	106.7	16.94	7.076	4.350	0.8551	3.720	1745
5												
6												
7												



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
1766 **Kg/m^3**

95% Densidad Seca Máxima
1678 **Kg/m^3**

Humedad Optima
11.24 **%**

Observaciones :
Normas de Referencia:
ASTM D 1557-91
AASHTO T 180-93

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R. REGISTRO

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega **FECHA:** July, 7 de 2016
Localización: Provincia de Santa Elena
Coordenadas: 562389 E - 9748114N
Abscisa : 0+000
Calicata Nº 1
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad con arena

Molde de C.B.R				Martillo de compactación y número de capas		
Diámetro =	0.1524 m	= 6.00	plgs.	Peso del martillo =	10	Lbs.
Altura =	0.1164 m	= 4.5827	plgs.	Altura caida martillo =	18	plgs.
Volumen =	0.00212331 m3	= 0.0749839 ft3		Número de capas =	5	

Molde	Nº	21	17	16
Golpes	Nº	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft3	56,012	25,005	12,003

ANTES DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	8.966	8.805	8.664
Peso de molde	Kg	4.749	4.619	4.802
Peso suelo húmedo	Kg	4.217	4.186	3.862
Peso suelo seco	Kg	3.888	3.910	3.651
Densidad húmeda	Kg/m3	1986.05	1971.45	1818.86
Densidad Seca	Kg/m3	1831.00	1841.30	1719.63
HUMEDAD Recipiente	Nº	118	113	7
Peso húmedo + recipiente	gr	178.3	183.9	241.8
Peso seco + recipiente	gr	166.8	173.2	230.8
Peso de agua	gr	11.5	10.7	11.0
Peso de recipiente	gr	31.3	22.3	40.7
Peso seco	gr	135.6	151.0	190.1
Contenido de agua	%	8.47	7.07	5.77
Promedio	%	8.4680	7.0686	5.7706

LECTURAS DE INCHAMIENTO

Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	July, 7 de 2016	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
24	July, 8 de 2016	0.100	2.18	0.145	3.16	0.179	3.91
48	July, 9 de 2016	0.116	2.53	0.155	3.38	0.191	4.17
72	July, 10 de 2016	0.127	2.77	0.175	3.82	0.195	4.26
96	July, 11 de 2016	0.150	3.27	0.198	4.32	0.199	4.34

Expansión

DESPUÉS DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	9.091	9.049	8.981
Peso de molde	Kg	4.749	4.619	4.802
Peso suelo húmedo	Kg	4.342	4.430	4.179
Peso suelo seco	Kg	3.720	3.724	3.380
Densidad húmeda	Kg/m3	2044.92	2086.37	1968.16
Densidad Seca	Kg/m3	1752.00	1753.72	1591.99
HUMEDAD Recipiente	Nº	Y	106	66
Peso húmedo + recipiente	gr	120.1	153.6	155.2
Peso seco + recipiente	gr	105.3	132.5	130.6
Peso de agua	gr	14.8	21.1	24.6
Peso de recipiente	gr	17.0	21.0	26.4
Peso seco	gr	88.3	111.5	104.1
Contenido de agua	%	16.72	18.97	23.63
Promedio	%	16.7195	18.9681	23.6289

Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D1883-94 - AASHTO T 193-93

Laboratorista:

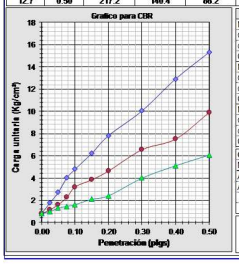
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega FECHA: July, 11 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas 562289 E - 9748114N
Abscisa : 0+000
Calicata Nº 1
Muestra Nº 1
Profundidad: **1.50m**
Material: **Suelo** existente
Descripción: **Arcilla** de baja plasti**cidad con are**na

Peso del martillo = 10 Lbs. **Altura de caída del martillo =** 18 plgs. **Número de capas =** 5
Area del pistón = 3.00 plg2 = 19.3548 cm2

Molde Nº		**21**	**17**	**16**	**21**	**17**	**16**
Nº Golpes por capa		56	25	12	56	25	12
Penetración (mm)	(plg)	Carga de penetración en Lb			Carga de penetración en Kg		
0.0	0.00	35.0	35.0	35.0	**15.9**	**15.9**	**15.9**
0.64	**0.025**	**75.7**	**48.6**	**41.8**	**34.4**	**22.1**	**19.0**
1.27	0.05	116.3	68.9	55.3	**52.9**	**31.3**	**25.1**
1.91	**0.075**	**170.5**	**96.0**	**62.1**	**77.5**	**43.6**	**28.2**
2.54	0.10	204.4	136.6	68.9	**92.9**	**62.1**	**31.3**
3.81	0.15	265.4	163.7	89.2	**120.6**	**74.4**	**40.5**
5.08	0.20	333.1	197.6	102.8	**151.4**	**89.8**	**46.7**
7.62	0.30	428.0	278.9	170.5	**194.5**	**126.8**	**77.5**
10.2	0.40	549.9	319.6	217.9	**250.0**	**145.3**	**99.1**
12.7	0.50	651.5	421.2	258.6	**296.1**	**191.4**	**117.5**
Penetración (mm)	(plg)	Carga Unitaria en Lb/plg2			Carga Unitaria en Kg/cm2		
0.0	0.00	**11.7**	**11.7**	**11.7**	**0.8**	**0.8**	**0.8**
0.64	**0.025**	**25.2**	**16.2**	**13.9**	**1.8**	**1.1**	**1.0**
1.27	**0.05**	**38.8**	**23.0**	**18.4**	**2.7**	**1.6**	**1.3**
1.91	**0.075**	**56.8**	**32.0**	**20.7**	**4.0**	**2.3**	**1.5**
2.54	**0.10**	**68.1**	**45.5**	**23.0**	**4.8**	**3.2**	**1.6**
3.81	**0.15**	**88.5**	**54.6**	**29.7**	**6.2**	**3.8**	**2.1**
5.08	**0.20**	**111.0**	**65.9**	**34.3**	**7.8**	**4.6**	**2.4**
7.62	**0.30**	**142.7**	**93.0**	**56.8**	**10.1**	**6.5**	**4.0**
10.2	**0.40**	**183.3**	**106.5**	**72.6**	**12.9**	**7.5**	**5.1**
12.7	**0.50**	**217.2**	**140.4**	**86.2**	**15.3**	**9.9**	**6.1**



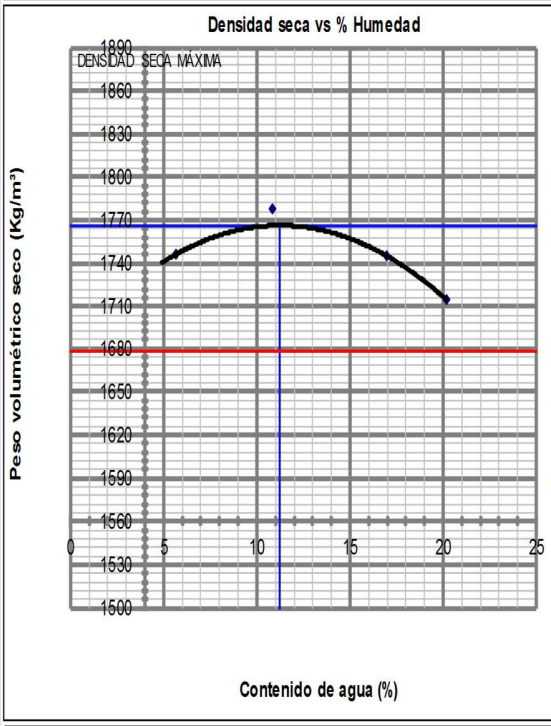
C.B.R. para 2,54mm	
Nº Golpes	56
Carga Unitaria **(Kg/cm2)**	4.80
Carga Unitaria **Patrón (Kg/cm2)**	70.45
C.B.R (%)	6.81
Nº Golpes	**25**
Carga Unitaria **(Kg/cm2)**	3.21
Carga Unitaria **Patrón (Kg/cm2)**	70.45
C.B.R (%)	4.65
Nº Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.62
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	2.30

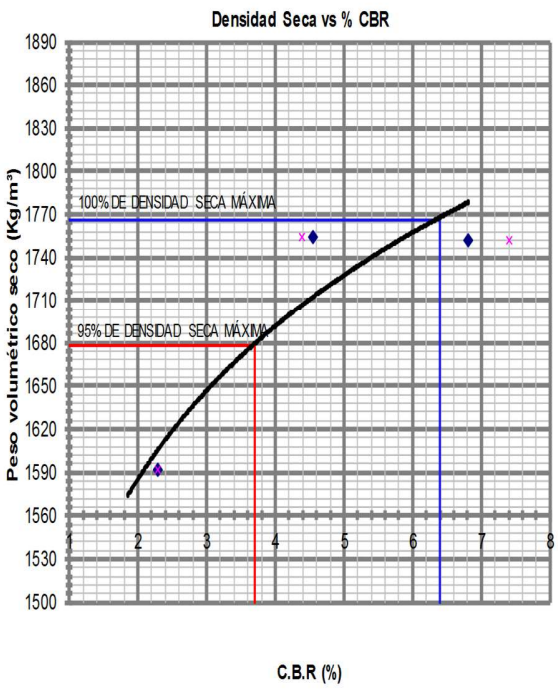
Observaciones:
Normas de Re**ferencia**
ASTM D1883-94
AASHTO T 193-93

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 12 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 562289 E - 9748114N
Abscisa : 0+000
Calicata № 1
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad con arena





№ Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1752	4.80	7.82	70.45	105.68	6.81	7.40	3.27
25	1754	3.21	4.64	70.45	105.68	4.55	4.39	4.32
12	1592	1.62	2.41	70.45	105.68	2.30	2.28	4.34

RESULTADOS			
Densidad seca Máxima	=	1766	Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1678	Kg/m3
Humedad óptima	=	11.24	%
CBR al 100% para 0,10"	=	6.40	%
CBR al 95% para 0,10"	=	3.70	%
Expansión	=	3.27	%

Observaciones: Normas de Referencia: AASHTO T 193-93 ; ASTM D 1883-94

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

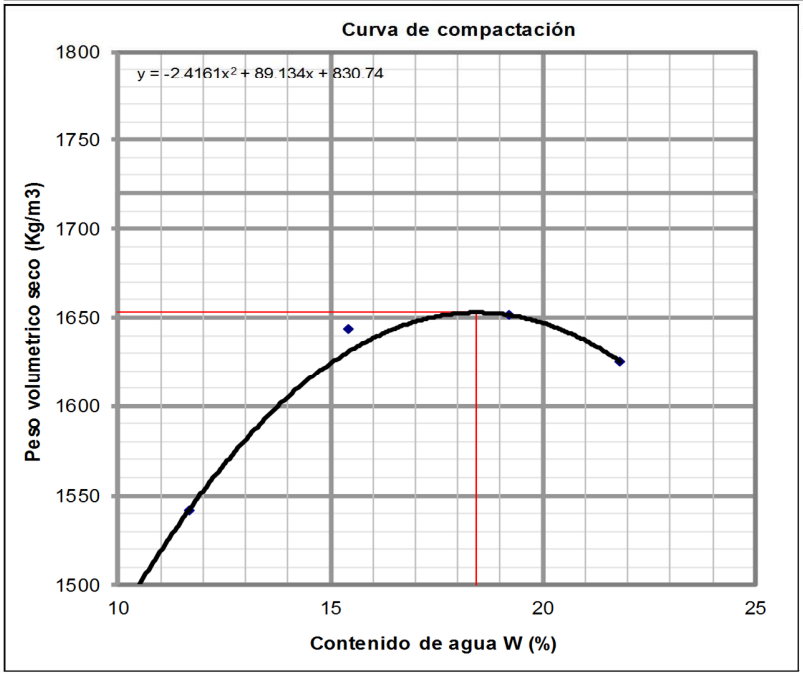
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 562299 E - 9747214 N
Abscisa : 1+000.00
Calicata № 1
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

FECHA: July, 7 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2.726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0.0021313	m3
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55,808	lb-ft / ft3

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
№	№	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m^3
1	180	175.9	164.4	66.3	11.5	98.1	11.67	6.396	3.670	0.8955	3.286	1542
2	29	119.4	106.4	22.1	13.0	84.3	15.43	6.770	4.044	0.8663	3.503	1644
3	10	145.1	125.3	22.1	19.8	103.2	19.22	6.922	4.196	0.8388	3.520	1651
4	201	133.0	113.1	21.8	19.9	91.3	21.82	6.946	4.220	0.8209	3.464	1625
5												
6												
7												



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
1653 **Kg/m^3**

95% Densidad Seca Máxima
1570 **Kg/m^3**

Humedad Optima
18.45 **%**

Observaciones :
Normas de Referencia:
ASTM D 1557-91
AASHTO T 180-93

Realizado por: CH.M
Calculado por :
Verificado por: Ing. J.C.P

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R. REGISTRO

PROYECTO: Via Sacachún - Canoga
FECHA: July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 562299 E - 9747214 N
Abscisa : 1+000.00
Calicata Nº 1
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

Molde de C.B.R				Martillo de compactación y número de capas			
Diámetro =	0.1524 m	= 6.00	plgs.	Peso del martillo	= 10	Lbs.	
Altura	= 0.1164 m	= 4.5827	plgs.	Altura caida martillo	= 18	plgs.	
Volumen =	0.00212331 m3	= 0.0749839 ft3		Número de capas	= 5		

Molde	Nº	7	5	6
Golpes	Nº	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft3	56,012	25,005	12,003
ANTES DE INMERSIÓN				
Peso suelo húmedo + molde	Kg	8.161	8.122	8.127
Peso de molde	Kg	4.045	4.061	4.159
Peso suelo húmedo	Kg	4.116	4.061	3.968
Peso suelo seco	Kg	3.506	3.698	3.546
Densidad húmeda	Kg/m3	1938.49	1912.58	1868.78
Densidad Seca	Kg/m3	1651.13	1741.53	1670.10
HUMEDAD — **Recipiente**	Nº	++	188	177
Peso húmedo + recipiente	gr	175.6	190.9	143.8
Peso seco + recipiente	gr	153.6	176.4	131.7
Peso de agua	gr	22.0	14.5	12.2
Peso de recipiente	gr	27.4	28.4	29.4
Peso seco	gr	126.2	147.9	102.3
Contenido de agua	%	17.40	9.82	11.90
Promedio	%	17.4037	9.8222	11.8964

LECTURAS DE HINCHAMIENTO

Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	July, 7 de 2016	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
24	July, 8 de 2016	0.236	5.15	0.165	3.60	0.233	5.08
48	July, 9 de 2016	0.266	5.80	0.211	4.60	0.265	5.78
72	July, 10 de 2016	0.289	6.31	0.255	5.56	0.285	6.22
96	July, 11 de 2016	0.294	6.42	0.289	6.31	0.312	6.81

DESPUÉS DE INMERSIÓN				
Peso suelo húmedo + molde	Kg	8.392	8.313	8.369
Peso de molde	Kg	4.045	4.061	4.159
Peso suelo húmedo	Kg	4.347	4.252	4.210
Peso suelo seco	Kg	3.401	3.311	3.253
Densidad húmeda	Kg/m3	2047.28	2002.54	1982.76
Densidad Seca	Kg/m3	1601.82	1559.43	1531.82
HUMEDAD — **Recipiente**	Nº	34	11	156
Peso húmedo + recipiente	gr	117.5	146.4	147.6
Peso seco + recipiente	gr	98.5	121.0	118.9
Peso de agua	gr	19.0	25.4	28.7
Peso de recipiente	gr	30.1	31.6	21.5
Peso seco	gr	68.4	89.5	97.4
Contenido de agua	%	27.81	28.41	29.44
Promedio	%	27.8094	28.4149	29.4383

Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D1883-94 - AASHTO T 193-93

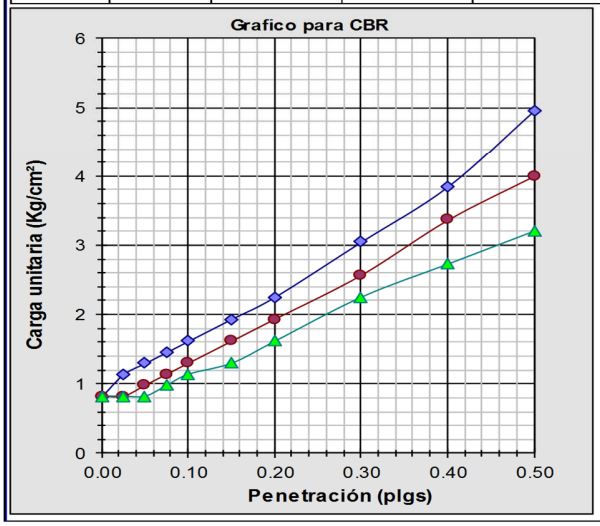
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 11 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas 562299 E - 9747214 N
Abscisa : 1+000.00
Calicata № 1
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
Área del pistón = 3.00 plg2 = 19.3548 cm2

Molde №		7	5	6	7	5	6
№ Golpes por capa		56	25	12	56	25	12
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	35.0	35.0	35.0	15.9	15.9	15.9
0.64	0.025	48.6	35.0	35.0	22.1	15.9	15.9
1.27	0.05	55.3	41.8	35.0	25.1	19.0	15.9
1.91	0.075	62.1	48.6	41.8	28.2	22.1	19.0
2.54	0.10	68.9	55.3	48.6	31.3	25.1	22.1
3.81	0.15	82.4	68.9	55.3	37.5	31.3	25.1
5.08	0.20	96.0	82.4	68.9	43.6	37.5	31.3
7.62	0.30	129.9	109.5	96.0	59.0	49.8	43.6
10.2	0.40	163.7	143.4	116.3	74.4	65.2	52.9
12.7	0.50	211.2	170.5	136.6	96.0	77.5	62.1
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg2			Carga Unitaria en Kg/cm2		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	11.7	11.7	11.7	0.8	0.8	0.8
0.64	0.025	16.2	11.7	11.7	1.1	0.8	0.8
1.27	0.05	18.4	13.9	11.7	1.3	1.0	0.8
1.91	0.075	20.7	16.2	13.9	1.5	1.1	1.0
2.54	0.10	23.0	18.4	16.2	1.6	1.3	1.1
3.81	0.15	27.5	23.0	18.4	1.9	1.6	1.3
5.08	0.20	32.0	27.5	23.0	2.3	1.9	1.6
7.62	0.30	43.3	36.5	32.0	3.0	2.6	2.3
10.2	0.40	54.6	47.8	38.8	3.8	3.4	2.7
12.7	0.50	70.4	56.8	45.5	5.0	4.0	3.2



C.B.R. para 2,54mm	
№ Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.62
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	2.30
№ Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.30
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	1.84
№ Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.14
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	1.62

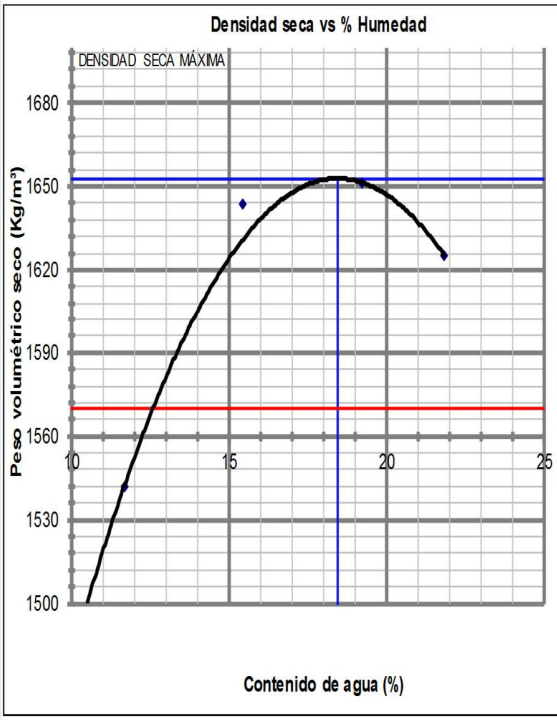
Observaciones:
Normas de Referencia:
ASTM D1883-94
AASHTO T 193-93

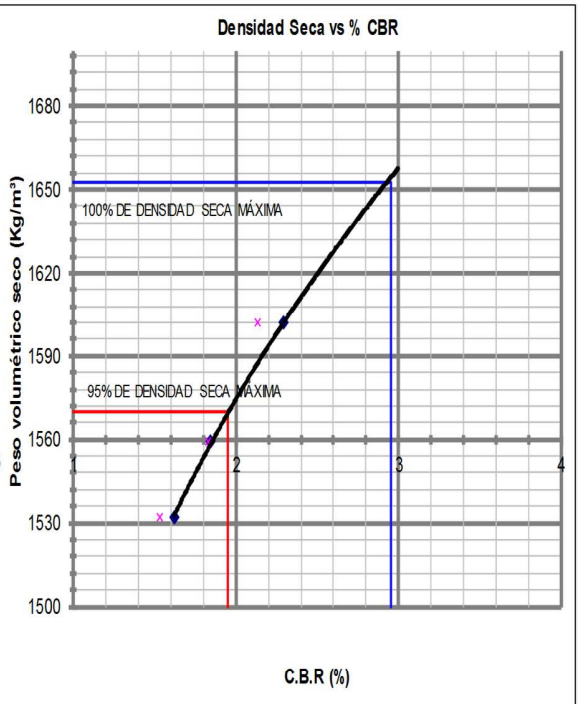
Laboratorista: G.S.M
Calculado por :
Verificado por: Ing. J.C.P

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 12 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 562299 E - 9747214 N
Abscisa : 1+000.00
Calicata № 1
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa





№ Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1602	1.62	2.25	70.45	105.68	2.30	2.13	6.42
25	1559	1.30	1.94	70.45	105.68	1.84	1.83	6.31
12	1532	1.14	1.62	70.45	105.68	1.62	1.53	6.81

RESULTADOS			
Densidad seca Máxima	=	1653	Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1570	Kg/m3
Humedad óptima	=	18.45	%
CBR al 100% para 0,10"	=	2.95	%
CBR al 95% para 0,10"	=	1.95	%
Expansión	=	6.42	%

Observaciones: Normas de Referencia: AASHTO T 193-93 ; ASTM D 1883-94

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

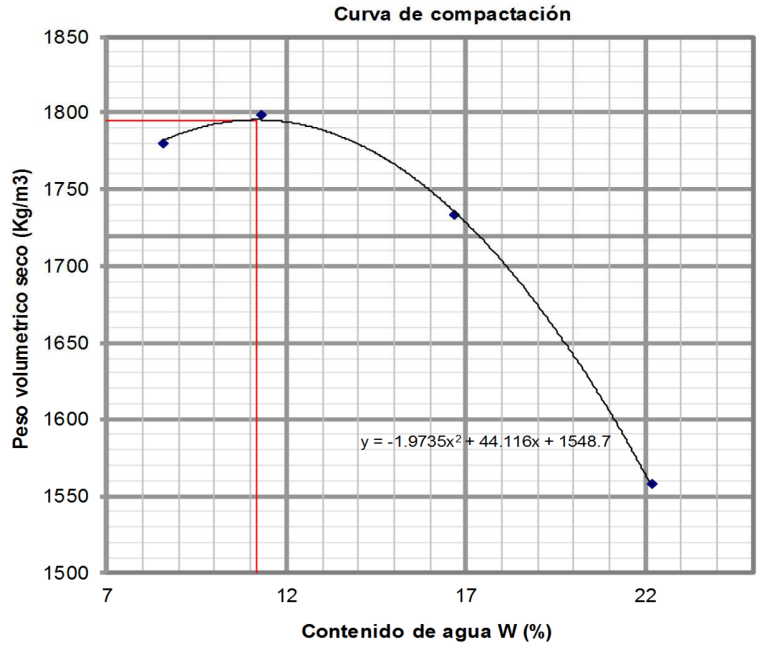
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 563151 E - 9746739 N
Abscisa : 2+000.00
Calicata № 3
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de alta plasticidad

FECHA: July, 7 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2.726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0.0021313	m3
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55,808	lb-ft / ft3

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
№	№	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m^3
1	180	199.8	189.1	64.2	10.7	125.0	8.56	6.844	4.118	0.9212	3.793	1780
2	29	180.3	169.0	69.3	11.3	99.8	11.30	6.993	4.267	0.8985	3.834	1799
3	10	245.6	213.7	70.0	31.9	143.8	22.16	6.782	4.056	0.8186	3.320	1558
4	18	171.0	156.6	70.6	14.4	86.0	16.68	7.036	4.310	0.8570	3.694	1733
5												
6												
7												



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
1795 **Kg/m^3**

95% Densidad Seca Máxima
1705 **Kg/m^3**

Humedad Optima
11.18 **%**

Observaciones :
Normas de Referencia:
ASTM D 1557-91
AASHTO T 180-93

Realizado por: CH.M
Calculado por :
Verificado por: Ing. J.C.P

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
REGISTRO

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 563151 E - 9746739 N
Abscisa : 2+000.00
Calicata № 3
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de alta plasticidad

Molde de C.B.R				Martillo de compactación y número de capas			
Diámetro =	0.1524 m	= 6.00	plgs.	Peso del martillo	= 10	Lbs.	
Altura =	0.1164 m	= 4.5827	plgs.	Altura caída martillo	= 18	plgs.	
Volumen =	0.00212331 m3	= 0.0749839	ft3	Número de capas	= 5		

Molde	№	23	24	25
Golpes	№	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft3	56,012	25,005	12,003

ANTES DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde		Kg	8.997		8.754		8.514	
Peso de molde		Kg	4.335		4.348		4.311	
Peso suelo húmedo		Kg	4.662		4.406		4.203	
Peso suelo seco		Kg	4.182		3.920		3.745	
Densidad húmeda		Kg/m3	2195.63		2075.06		1979.46	
Densidad Seca		Kg/m3	1969.47		1846.27		1763.77	
HUMEDAD	Recipiente	№	A		15		333	
	Peso húmedo + recipiente	gr	234.1		220.5		197.7	
	Peso seco + recipiente	gr	213.1		199.0		179.3	
	Peso de agua	gr	21.0		21.5		18.3	
	Peso de recipiente	gr	30.1		25.3		29.4	
	Peso seco	gr	183.1		173.7		149.9	
	Contenido de agua	%	11.48		12.39		12.23	
	Promedio	%	11.4832		12.3920		12.2290	

LECTURAS DE INCHAMIENTO

Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	July, 7 de 2016	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
24	July, 8 de 2016	0.099	2.16	0.115	2.51	0.132	2.88
48	July, 9 de 2016	0.125	2.73	0.130	2.84	0.159	3.47
72	July, 10 de 2016	0.167	3.64	0.144	3.14	0.167	3.64
96	July, 11 de 2016	0.201	4.39	0.257	5.61	0.297	6.48

DESPUÉS DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde		Kg	9.024		8.834		8.597	
Peso de molde		Kg	4.335		4.348		4.311	
Peso suelo húmedo		Kg	4.689		4.486		4.286	
Peso suelo seco		Kg	3.985		3.781		3.571	
Densidad húmeda		Kg/m3	2208.35		2112.74		2018.55	
Densidad Seca.		Kg/m3	1876.87		1780.90		1681.71	
HUMEDAD	Recipiente	№	115		100		35	
	Peso húmedo + recipiente	gr	132.6		149.7		112.3	
	Peso seco + recipiente	gr	118.5		130.0		97.5	
	Peso de agua	gr	14.1		19.7		14.8	
	Peso de recipiente	gr	38.5		24.5		23.7	
	Peso seco	gr	80.0		105.5		73.8	
	Contenido de agua	%	17.66		18.63		20.03	
	Promedio	%	17.6610		18.6333		20.0298	

Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D1883-94 - AASHTO T 193-93

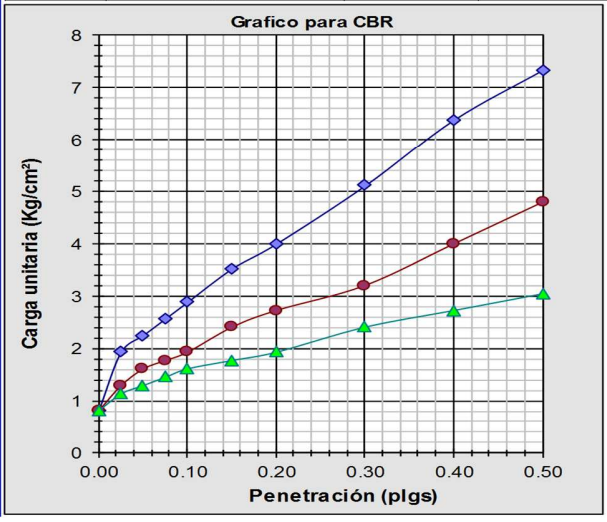
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas 563151 E - 9746739 N
Abscisa : 2+000.00
Calicata № 3
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de alta plasticidad

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
Área del pistón = 3.00 plg2 = 19.3548 cm2

Molde №		23	24	25	23	24	25
№ Golpes por capa		56	25	12	56	25	12
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	35.0	35.0	35.0	15.9	15.9	15.9
0.64	0.025	82.4	55.3	48.6	37.5	25.1	22.1
1.27	0.05	96.0	68.9	55.3	43.6	31.3	25.1
1.91	0.075	109.5	75.7	62.1	49.8	34.4	28.2
2.54	0.10	123.1	82.4	68.9	55.9	37.5	31.3
3.81	0.15	150.2	102.8	75.7	68.3	46.7	34.4
5.08	0.20	170.5	116.3	82.4	77.5	52.9	37.5
7.62	0.30	217.9	136.6	102.8	99.1	62.1	46.7
10.2	0.40	272.1	170.5	116.3	123.7	77.5	52.9
12.7	0.50	312.8	204.4	129.9	142.2	92.9	59.0
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg2			Carga Unitaria en Kg/cm2		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	11.7	11.7	11.7	0.8	0.8	0.8
0.64	0.025	27.5	18.4	16.2	1.9	1.3	1.1
1.27	0.05	32.0	23.0	18.4	2.3	1.6	1.3
1.91	0.075	36.5	25.2	20.7	2.6	1.8	1.5
2.54	0.10	41.0	27.5	23.0	2.9	1.9	1.6
3.81	0.15	50.1	34.3	25.2	3.5	2.4	1.8
5.08	0.20	56.8	38.8	27.5	4.0	2.7	1.9
7.62	0.30	72.6	45.5	34.3	5.1	3.2	2.4
10.2	0.40	90.7	56.8	38.8	6.4	4.0	2.7
12.7	0.50	104.3	68.1	43.3	7.3	4.8	3.0



C.B.R. para 2,54mm	
№ Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm2)	2.89
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	4.10
№ Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.94
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	2.75
№ Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.62
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	2.30

Observaciones:
Normas de Referencia:
ASTM D1883-94
AASHTO T 193-93

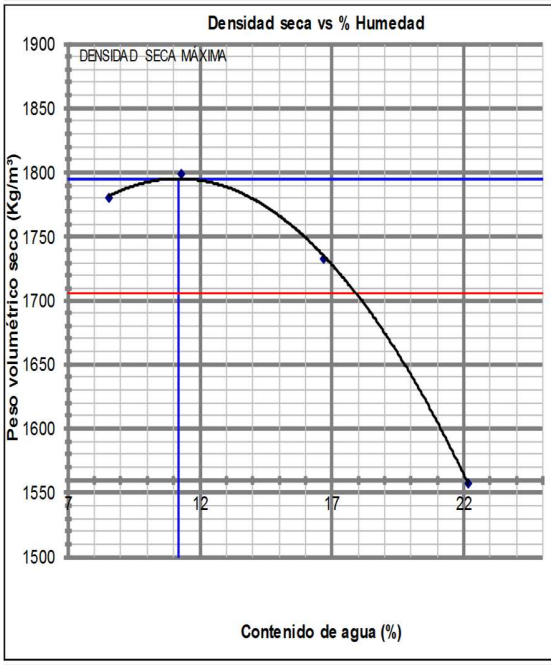
Laboratorista: G.S.M
Calculado por :
Verificado por: Ing. J.C.P

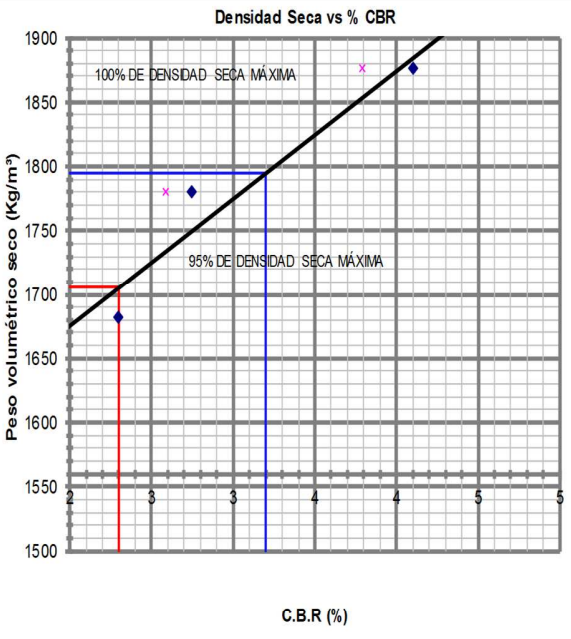
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 568255 E - 9746700 N
Abscisa : 2+000.00
Calicata № 3
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad

FECHA: July, 7 de 2016





№ Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1877	2.89	4.00	70.45	105.68	4.10	3.79	4.39
25	1781	1.94	2.73	70.45	105.68	2.75	2.58	5.61
12	1682	1.62	1.94	70.45	105.68	2.30	1.83	6.48

RESULTADOS			
Densidad seca Máxima	=	1795	Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1705	Kg/m3
Humedad óptima	=	11.18	%
CBR al 100% para 0,10"	=	3.20	%
CBR al 95% para 0,10"	=	2.30	%
Expansión	=	4.39	%

Observaciones: Normas de Referencia: AASHTO T 193-93 ; ASTM D 1883-94

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

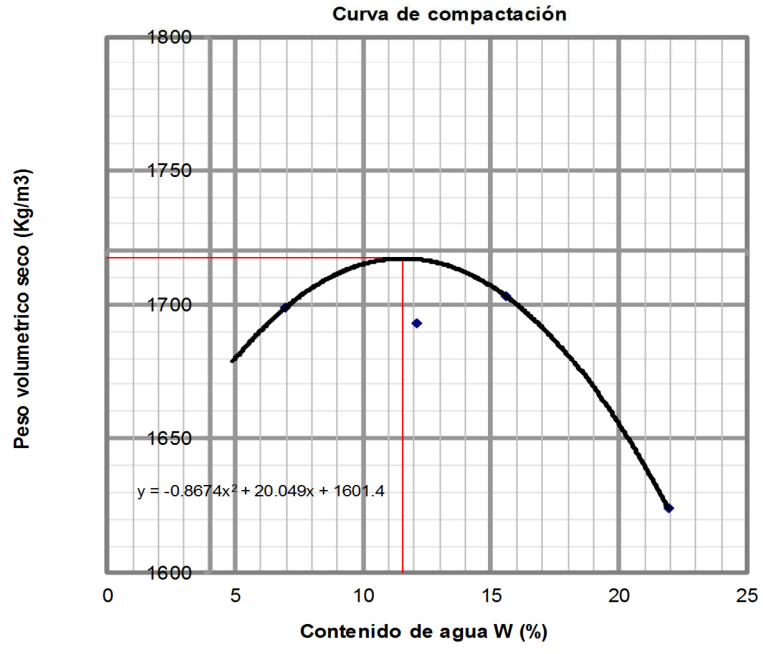
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 564107 E - 9746761 N
Abscisa : 3+000.00
Calicata № 4
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Limo de baja plasticidad arenoso

FECHA: July, 7 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2.726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0.0021313	m3
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55,808	lb-ft / ft3

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
№	№	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m^3
1	180	171.6	164.9	68.4	6.7	96.5	6.94	6.598	3.872	0.9351	3.621	1699
2	29	182.2	170.1	70.1	12.1	100.0	12.07	6.770	4.044	0.8923	3.608	1693
3	10	219.9	199.4	68.2	20.5	131.2	15.60	6.922	4.196	0.8650	3.630	1703
4	201	212.2	186.8	71.0	25.4	115.8	21.93	6.946	4.220	0.8201	3.461	1624
5												
6												
7												



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
1717 **Kg/m^3**

95% Densidad Seca Máxima
1631 **Kg/m^3**

Humedad Optima
11.56 **%**

Observaciones :
Normas de Referencia:
ASTM D 1557-91
AASHTO T 180-93

Realizado por: CH.M
Calculado por :
Verificado por: Ing. J.C.P

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
REGISTRO

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega **FECHA:** July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 564107 E - 9746761 N
Abscisa : 3+000.00
Calicata № 4
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Limo de baja plasticidad arenoso

Molde de C.B.R				Martillo de compactación y número de capas			
Diámetro =	0.1524 m	= 6.00	plgs.	Peso del martillo	= 10	Lbs.	
Altura =	0.1164 m	= 4.5827	plgs.	Altura caída martillo	= 18	plgs.	
Volumen =	0.00212331 m3	= 0.0749839	ft3	Número de capas	= 5		

Molde	№	1	2	3
Golpes	№	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft3	56,012	25,005	12,003

ANTES DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	8.457		8.253		7.844
Peso de molde	Kg	4.158		4.201		4.124
Peso suelo húmedo	Kg	4.299		4.052		3.720
Peso suelo seco	Kg	3.996		3.699		3.458
Densidad húmeda	Kg/m3	2024.67		1908.34		1751.98
Densidad Seca	Kg/m3	1881.86		1741.96		1628.80
HUMEDAD Recipiente	№	T		113		7
Peso húmedo + recipiente	gr	175.1		171.8		176.1
Peso seco + recipiente	gr	164.0		159.2		165.1
Peso de agua	gr	11.0		12.7		11.0
Peso de recipiente	gr	18.7		26.5		20.1
Peso seco	gr	145.3		132.7		145.1
Contenido de agua	%	7.59		9.55		7.56
Promedio	%	7.5891		9.5515		7.5629

LECTURAS DE INCHAMIENTO

Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	July, 7 de 2016	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
24	July, 8 de 2016	0.154	3.36	0.190	4.15	0.222	4.84
48	July, 9 de 2016	0.179	3.91	0.216	4.71	0.225	4.91
72	July, 10 de 2016	0.210	4.58	0.235	5.13	0.235	5.13
96	July, 11 de 2016	0.235	5.13	0.245	5.35	0.256	5.59

DESPUÉS DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	8.629		8.526		8.247
Peso de molde	Kg	4.158		4.201		4.124
Peso suelo húmedo	Kg	4.471		4.325		4.123
Peso suelo seco	Kg	3.693		3.547		3.237
Densidad húmeda	Kg/m3	2105.68		2036.92		1941.78
Densidad Seca.	Kg/m3	1739.27		1670.71		1524.35
HUMEDAD Recipiente	№	T	169	169		44
Peso húmedo + recipiente	gr	127.9		150.1		185.0
Peso seco + recipiente	gr	108.9		128.3		151.9
Peso de agua	gr	19.0		21.8		33.1
Peso de recipiente	gr	18.7		28.6		31.1
Peso seco	gr	90.2		99.6		120.8
Contenido de agua	%	21.07		21.92		27.38
Promedio	%	21.0666		21.9189		27.3841

Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D1883-94 - AASHTO T 193-93

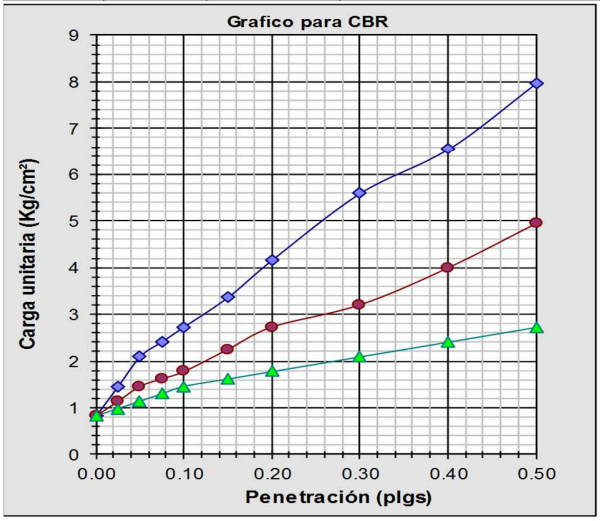
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas 564107 E - 9746761 N
Abscisa : 3+000.00
Calicata № 4
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Limo de baja plasticidad arenoso

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
Área del pistón = 3.00 plg2 = 19.3548 cm2

Molde №		1	2	3	1	2	3
№ Golpes por capa		56	25	12	56	25	12
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	35.0	35.0	35.0	15.9	15.9	15.9
0.64	0.025	62.1	48.6	41.8	28.2	22.1	19.0
1.27	0.05	89.2	62.1	48.6	40.5	28.2	22.1
1.91	0.075	102.8	68.9	55.3	46.7	31.3	25.1
2.54	0.10	116.3	75.7	62.1	52.9	34.4	28.2
3.81	0.15	143.4	96.0	68.9	65.2	43.6	31.3
5.08	0.20	177.3	116.3	75.7	80.6	52.9	34.4
7.62	0.30	238.3	136.6	89.2	108.3	62.1	40.5
10.2	0.40	278.9	170.5	102.8	126.8	77.5	46.7
12.7	0.50	339.9	211.2	116.3	154.5	96.0	52.9
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg2			Carga Unitaria en Kg/cm2		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	11.7	11.7	11.7	0.8	0.8	0.8
0.64	0.025	20.7	16.2	13.9	1.5	1.1	1.0
1.27	0.05	29.7	20.7	16.2	2.1	1.5	1.1
1.91	0.075	34.3	23.0	18.4	2.4	1.6	1.3
2.54	0.10	38.8	25.2	20.7	2.7	1.8	1.5
3.81	0.15	47.8	32.0	23.0	3.4	2.3	1.6
5.08	0.20	59.1	38.8	25.2	4.2	2.7	1.8
7.62	0.30	79.4	45.5	29.7	5.6	3.2	2.1
10.2	0.40	93.0	56.8	34.3	6.5	4.0	2.4
12.7	0.50	113.3	70.4	38.8	8.0	5.0	2.7



C.B.R. para 2,54mm	
№ Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm2)	2.73
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	3.88
№ Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.78
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	2.52
№ Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.46
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	2.07

Observaciones:
Normas de Referencia:
ASTM D1883-94
AASHTO T 193-93

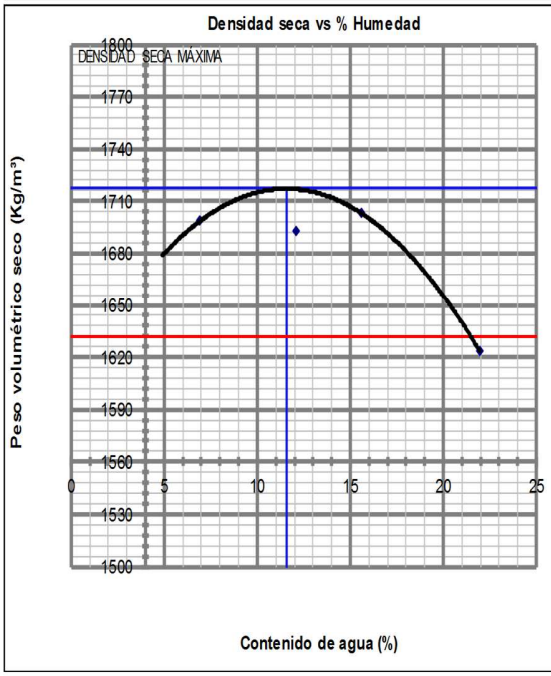
Laboratorista: G.S.M
Calculado por :
Verificado por: Ing. J.C.P

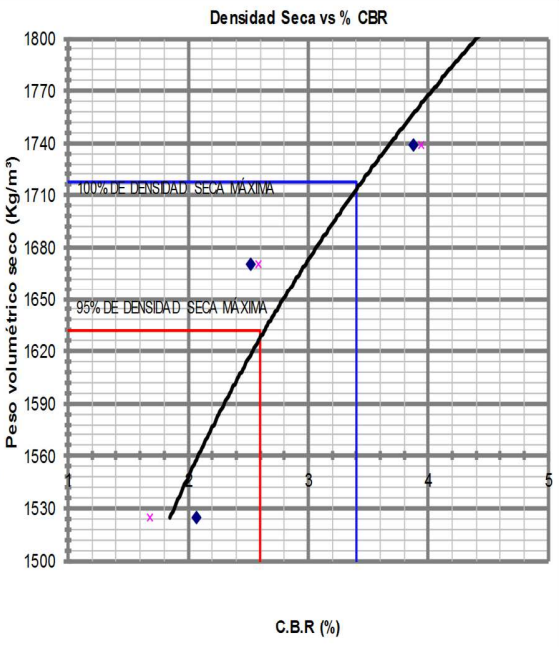
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 568255 E - 9746700 N
Abscisa : 3+000.00
Calicata № 4
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Limo de baja plasticidad arenoso

FECHA: July, 8 de 2016
Contratante: 0
Contratista: 0
Contrato: 0





№ Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1739	2.73	4.16	70.45	105.68	3.88	3.94	5.13
25	1671	1.78	2.73	70.45	105.68	2.52	2.58	5.35
12	1524	1.46	1.78	70.45	105.68	2.07	1.68	5.59

RESULTADOS			
Densidad seca Máxima	=	1717	Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1631	Kg/m3
Humedad óptima	=	11.56	%
CBR al 100% para 0,10"	=	3.40	%
CBR al 95% para 0,10"	=	2.60	%
Expansión	=	5.13	%

Observaciones: Normas de Referencia: AASHTO T 193-93 ; ASTM D 1883-94

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

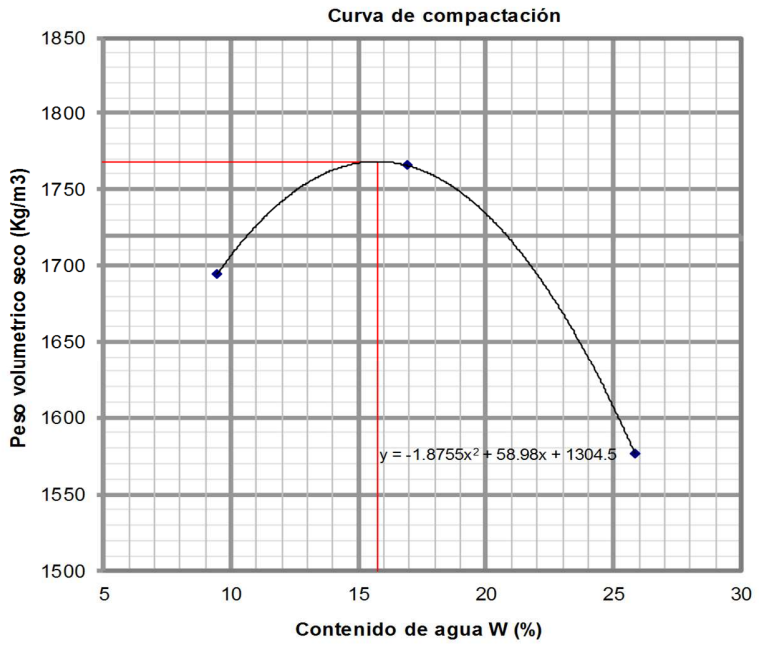
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 564974 E - 9747108 N
Abscisa : 4+000.00
Calicata № 5
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de alta plasticidad arenosa

FECHA: July, 7 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2.726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0.0021313	m3
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55,808	lb-ft / ft3

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
№	№	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m^3
1	180	144.1	133.5	21.6	10.6	111.9	9.47	6.680	3.954	0.9135	3.612	1695
2	29	174.0	152.0	21.8	22.0	130.2	16.90	7.125	4.399	0.8554	3.763	1766
3	10	183.1	150.5	24.2	32.6	126.3	25.84	6.954	4.228	0.7947	3.360	1576
4												
5												
6												
7												



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
1768 **Kg/m^3**

95% Densidad Seca Máxima
1680 **Kg/m^3**

Humedad Optima
15.72 **%**

Observaciones :
Normas de Referencia:
ASTM D 1557-91
AASHTO T 180-93

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
REGISTRO

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 564974 E - 9747188 N
Abs 33 4+000.00
Calicata Nº 5
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de alta plasticidad arenosa

FECHA: February, 2 de 2013
Contratante: 0
Contratista: 0
Contrato: 0

Molde de C.B.R				Martillo de compactación y número de capas			
Diámetro =	0.1524 m	= 6.00	plgs.	Peso del martillo	= 10	Lbs.	
Altura =	0.1164 m	= 4.5827	plgs.	Altura caida martillo	= 18	plgs.	
Volumen =	0.00212331 m3	= 0.0749839 ft3		Número de capas	= 5		

Molde	Nº	18	19	20
Golpes	Nº	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft3	56,012	25,005	12,003

ANTES DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	9.188	8.780	8.885
Peso de molde	Kg	4.901	4.610	4.797
Peso suelo húmedo	Kg	4.287	4.170	4.088
Peso suelo seco	Kg	3.893	3.628	3.550
Densidad húmeda	Kg/m3	2019.02	1963.92	1925.30
Densidad Seca	Kg/m3	1833.42	1708.88	1672.04
HUMEDAD				
Recipiente	Nº	154	198	189
Peso húmedo + recipiente	gr	229.1	202.5	158.5
Peso seco + recipiente	gr	202.3	179.9	142.3
Peso de agua	gr	17.8	22.6	17.2
Peso de recipiente	gr	26.2	28.7	29.1
Peso seco	gr	176.0	151.2	113.3
Contenido de agua	%	10.12	14.92	15.15
Promedio	%	10.1233	14.9243	15.1470

LECTURAS DE INCHAMIENTO

Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	February, 2 de 2013	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
24	February, 3 de 2013	0.057	2.12	0.140	3.05	0.177	3.86
48	February, 4 de 2013	0.129	2.81	0.167	3.64	0.203	4.43
72	February, 5 de 2013	0.155	3.38	0.210	4.58	0.226	4.93
96	February, 6 de 2013	0.172	3.75	0.230	5.02	0.259	5.65

DESPUÉS DE INMERSIÓN

Peso suelo húmeda + molde	Kg	9.327	8.994	9.078
Peso de molde	Kg	4.901	4.610	4.797
Peso suelo húmedo	Kg	4.426	4.384	4.281
Peso suelo seco	Kg	3.639	3.588	3.528
Densidad húmeda	Kg/m3	2084.48	2064.70	2016.19
Densidad Seca	Kg/m3	1713.70	1689.83	1661.49
HUMEDAD				
Recipiente	Nº	12	25	59
Peso húmedo + recipiente	gr	117.3	116.7	142.3
Peso seco + recipiente	gr	99.9	99.8	126.9
Peso de agua	gr	17.4	16.9	21.5
Peso de recipiente	gr	19.5	23.8	20.3
Peso seco	gr	80.4	76.0	106.6
Contenido de agua	%	21.64	22.18	21.35
Promedio	%	21.6364	22.1842	21.3483

Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D1883-94 - AASHTO T 193-93

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

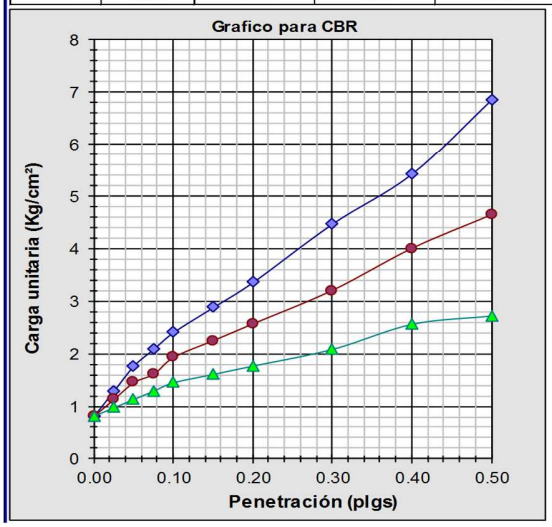
C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas 564974 E - 9747108 N
Abscisa : 33
Calicata № 5
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de alta plasticidad arenosa

FECHA: February, 6 de 2013
Contratante: 0
Contratista: 0
Contrato: 0

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
Área del pistón = 3.00 plg2 = 19.3548 cm2

Molde №		18	19	20	18	19	20
№ Golpes por capa		56	25	12	56	25	12
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	35.0	35.0	35.0	15.9	15.9	15.9
0.64	0.025	55.3	48.6	41.8	25.1	22.1	19.0
1.27	0.05	75.7	62.1	48.6	34.4	28.2	22.1
1.91	0.075	89.2	68.9	55.3	40.5	31.3	25.1
2.54	0.10	102.8	82.4	62.1	46.7	37.5	28.2
3.81	0.15	123.1	96.0	68.9	55.9	43.6	31.3
5.08	0.20	143.4	109.5	75.7	65.2	49.8	34.4
7.62	0.30	190.8	136.6	89.2	86.7	62.1	40.5
10.2	0.40	231.5	170.5	109.5	105.2	77.5	49.8
12.7	0.50	292.5	197.6	116.3	132.9	89.8	52.9
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg2			Carga Unitaria en Kg/cm2		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	11.7	11.7	11.7	0.8	0.8	0.8
0.64	0.025	18.4	16.2	13.9	1.3	1.1	1.0
1.27	0.05	25.2	20.7	16.2	1.8	1.5	1.1
1.91	0.075	29.7	23.0	18.4	2.1	1.6	1.3
2.54	0.10	34.3	27.5	20.7	2.4	1.9	1.5
3.81	0.15	41.0	32.0	23.0	2.9	2.3	1.6
5.08	0.20	47.8	36.5	25.2	3.4	2.6	1.8
7.62	0.30	63.6	45.5	29.7	4.5	3.2	2.1
10.2	0.40	77.2	56.8	36.5	5.4	4.0	2.6
12.7	0.50	97.5	65.9	38.8	6.9	4.6	2.7



C.B.R. para 2,54mm	
№ Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm2)	2.41
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	3.43
№ Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.94
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	2.75
№ Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.46
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	2.07

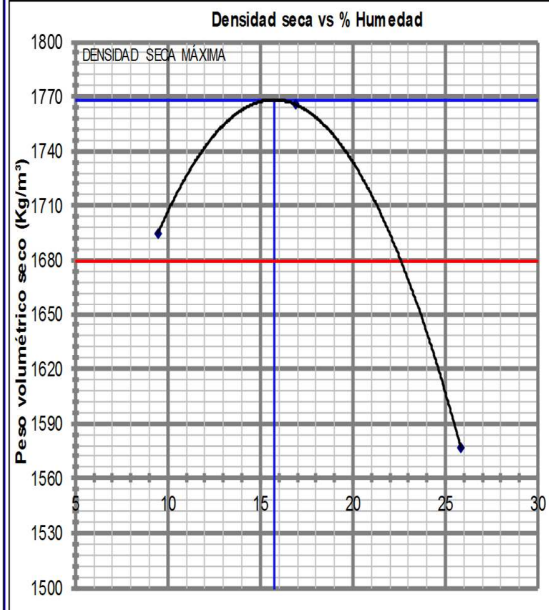
Observaciones:
Normas de Referencia:
ASTM D1883-94
AASHTO T 193-93

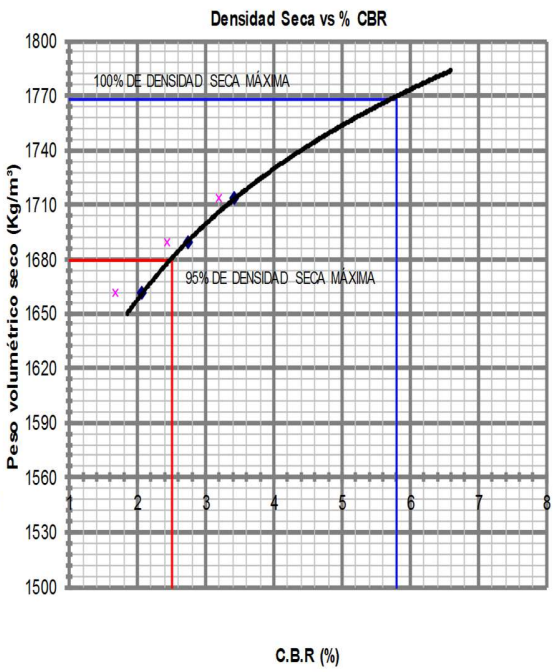
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 564974 E - 9747108 N
Abscisa : 4+000.00
Calicata № 5
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de alta plasticidad arenosa

FECHA: February, 7 de 2013
Contratante: 0
Contratista: 0
Contrato: 0





№ Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1714	2.41	3.37	70.45	105.68	3.43	3.19	3.75
25	1690	1.94	2.57	70.45	105.68	2.75	2.43	5.02
12	1661	1.46	1.78	70.45	105.68	2.07	1.68	5.65

RESULTADOS			
Densidad seca Máxima	=	1768	Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1680	Kg/m3
Humedad óptima	=	15.72	%
CBR al 100% para 0,10"	=	5.80	%
CBR al 95% para 0,10"	=	2.50	%
Expansión	=	3.75	%

Observaciones: Normas de Referencia: AASHTO T 193-93 ; ASTM D 1883-94

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

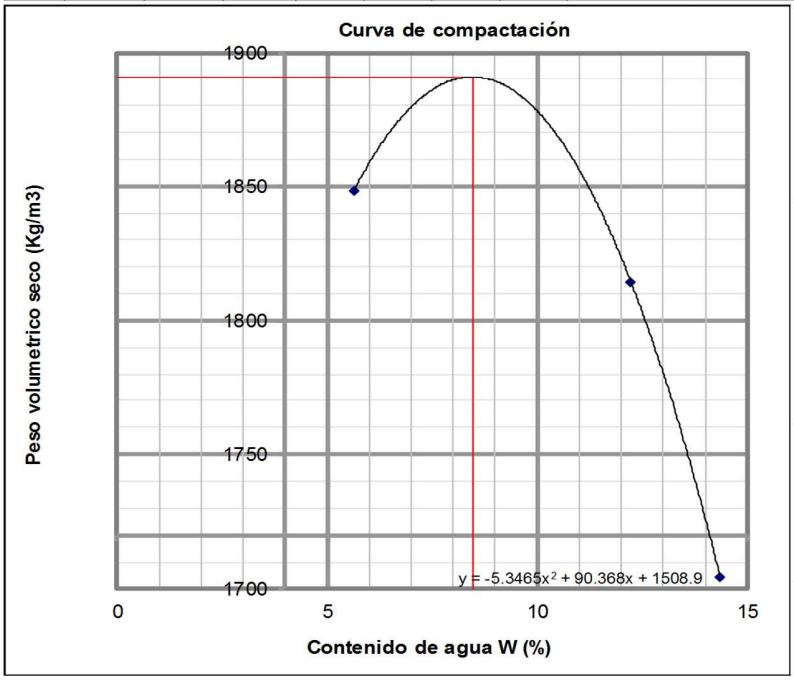
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 565939 E - 9747161 N
Abscisa : 5+000.00
Calicata № 6
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad

FECHA: July, 7 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2.726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0.0021313	m3
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55,808	lb-ft / ft3

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
№	№	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m^3
1	180	151.0	146.7	71.0	4.3	75.7	5.64	6.888	4.162	0.9466	3.940	1849
2	29	169.4	158.4	68.1	11.0	90.3	12.23	7.066	4.340	0.8910	3.867	1814
3	10	186.9	172.3	70.8	14.6	101.5	14.36	6.880	4.154	0.8745	3.633	1704
4												
5												
6												
7												



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
1891 **Kg/m^3**

95% Densidad Seca Máxima
1796 **Kg/m^3**

Humedad Optima
8.45 **%**

Observaciones :
Normas de Referencia:
ASTM D 1557-91
AASHTO T 180-93

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
REGISTRO

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 565939 E - 9747161 N
Abs 33 5+000.00
Calicata № 6
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad

Molde de C.B.R				Martillo de compactación y número de capas			
Diámetro =	0.1524 m	= 6.00	plgs.	Peso del martillo	= 10	Lbs.	
Altura =	0.1164 m	= 4.5827	plgs.	Altura caída martillo	= 18	plgs.	
Volumen =	0.00212331 m3	= 0.0749839	ft3	Número de capas	= 5		

Molde		№	7		8		9	
Golpes		№	56		25		12	
Energía de compactación		lb-ft / ft3	56,012		25,005		12,003	
ANTES DE INMERSIÓN								
Peso suelo húmedo + molde		Kg	8.967		8.688		8.576	
Peso de molde		Kg	4.087		4.190		4.198	
Peso suelo húmedo		Kg	4.880		4.498		4.378	
Peso suelo seco		Kg	3.975		3.740		3.621	
Densidad húmeda		Kg/m3	2298.49		2118.39		2061.88	
Densidad Seca		Kg/m3	1872.01		1761.36		1705.43	
HUMEDAD	Recipiente	№	154		198		109	
	Peso húmedo + recipiente	gr	249.5		235.7		256.7	
	Peso seco + recipiente	gr	216.3		207.9		224.3	
	Peso de agua	gr	33.2		27.8		32.4	
	Peso de recipiente	gr	70.8		71.0		69.3	
	Peso seco	gr	145.5		136.9		155.0	
	Contenido de agua	%	22.78		20.27		20.90	
	Promedio	%	22.7819		20.2703		20.9008	

LECTURAS DE INCHAMIENTO

Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	July, 7 de 2016	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
24	July, 8 de 2016	0.111	2.42	0.147	3.21	0.177	3.86
48	July, 9 de 2016	0.157	3.43	0.251	5.48	0.312	6.81
72	July, 10 de 2016	0.201	4.39	0.412	8.99	0.525	11.46
96	July, 11 de 2016	0.257	5.61	0.579	12.63	0.796	17.37

DESPUÉS DE INMERSIÓN								
Peso suelo húmedo + molde		Kg	8.808		8.762		8.615	
Peso de molde		Kg	4.087		4.190		4.198	
Peso suelo húmedo		Kg	4.721		4.572		4.417	
Peso suelo seco		Kg	3.929		3.787		3.669	
Densidad húmeda		Kg/m3	2223.61		2153.24		2080.25	
Densidad Seca.		Kg/m3	1850.28		1783.64		1728.03	
HUMEDAD	Recipiente	№	11		21		13	
	Peso húmedo + recipiente	gr	220.5		220.4		201.7	
	Peso seco + recipiente	gr	194.8		194.8		179.1	
	Peso de agua	gr	25.8		25.7		22.6	
	Peso de recipiente	gr	67.1		71.0		68.2	
	Peso seco	gr	127.6		123.8		110.9	
	Contenido de agua	%	20.18		20.72		20.38	
	Promedio	%	20.1771		20.7222		20.3824	

Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D1883-94 - AASHTO T 193-93

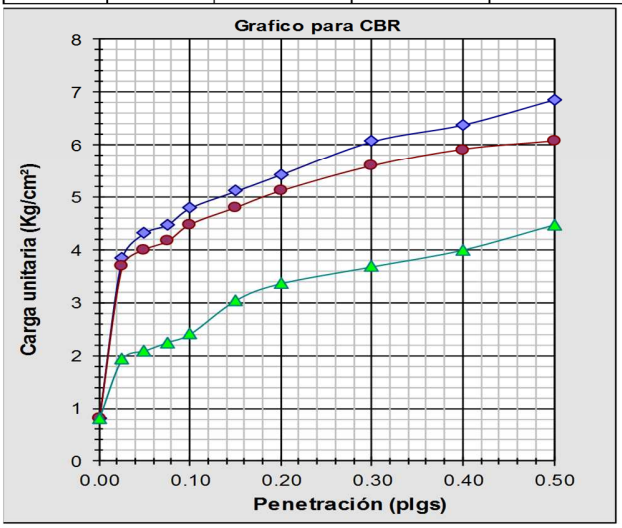
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 11 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas 565939 E - 9747161 N
Abscisa : 33
Calicata № 6
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
Área del pistón = 3.00 plg2 = 19.3548 cm2

Molde №		7	8	9	7	8	9
№ Golpes por capa		56	25	12	56	25	12
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	35.0	35.0	35.0	15.9	15.9	15.9
0.64	0.025	163.7	157.0	82.4	74.4	71.3	37.5
1.27	0.05	184.1	170.5	89.2	83.7	77.5	40.5
1.91	0.075	190.8	177.3	96.0	86.7	80.6	43.6
2.54	0.10	204.4	190.8	102.8	92.9	86.7	46.7
3.81	0.15	217.9	204.4	129.9	99.1	92.9	59.0
5.08	0.20	231.5	217.9	143.4	105.2	99.1	65.2
7.62	0.30	258.6	238.3	157.0	117.5	108.3	71.3
10.2	0.40	272.1	251.8	170.5	123.7	114.5	77.5
12.7	0.50	292.5	258.6	190.8	132.9	117.5	86.7
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg2			Carga Unitaria en Kg/cm2		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	11.7	11.7	11.7	0.8	0.8	0.8
0.64	0.025	54.6	52.3	27.5	3.8	3.7	1.9
1.27	0.05	61.4	56.8	29.7	4.3	4.0	2.1
1.91	0.075	63.6	59.1	32.0	4.5	4.2	2.3
2.54	0.10	68.1	63.6	34.3	4.8	4.5	2.4
3.81	0.15	72.6	68.1	43.3	5.1	4.8	3.0
5.08	0.20	77.2	72.6	47.8	5.4	5.1	3.4
7.62	0.30	86.2	79.4	52.3	6.1	5.6	3.7
10.2	0.40	90.7	83.9	56.8	6.4	5.9	4.0
12.7	0.50	97.5	86.2	63.6	6.9	6.1	4.5



C.B.R. para 2,54mm	
№ Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm2)	4.80
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	6.81
№ Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm2)	4.48
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	6.36
№ Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm2)	2.41
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	3.43

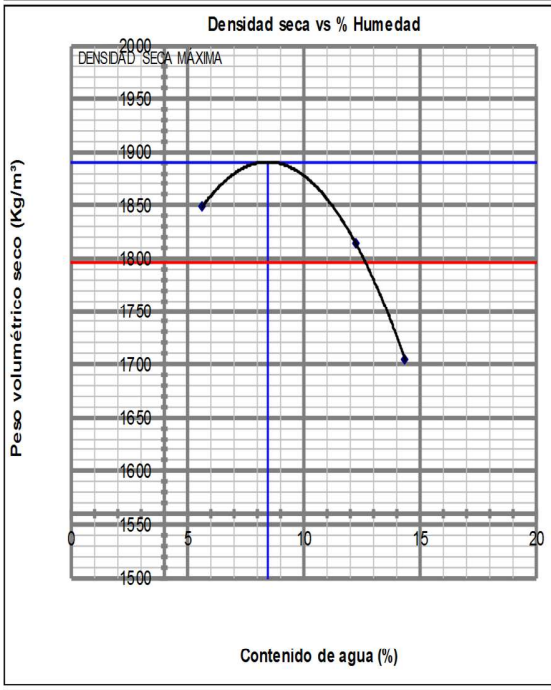
Observaciones:
Normas de Referencia:
ASTM D1883-94
AASHTO T 193-93

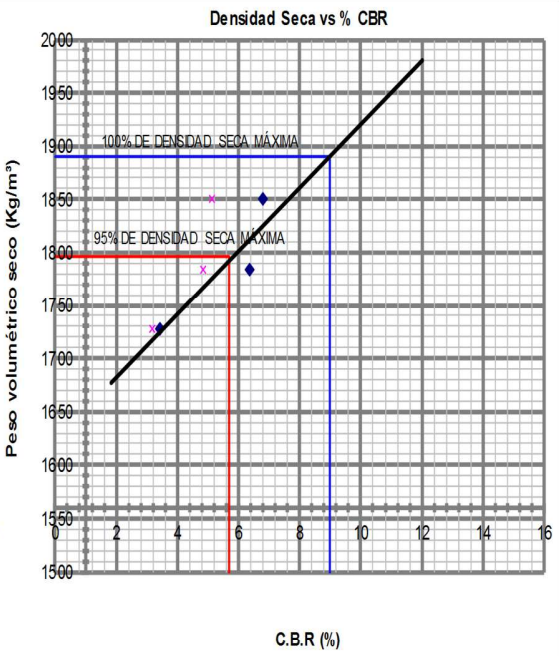
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 565939 E - 9747161 N
Abscisa : 5+000.00
Calicata № 6
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad

FECHA: July, 12 de 2016





№ Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1850	4.80	5.44	70.45	105.68	6.81	5.14	5.61
25	1784	4.48	5.12	70.45	105.68	6.36	4.84	12.63
12	1728	2.41	3.37	70.45	105.68	3.43	3.19	17.37

RESULTADOS			
Densidad seca Máxima	=	1891	Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1796	Kg/m3
Humedad óptima	=	8.45	%
CBR al 100% para 0,10"	=	9.00	%
CBR al 95% para 0,10"	=	5.70	%
Expansión	=	5.61	%

Observaciones: Normas de Referencia: AASHTO T 193-93 ; ASTM D 1883-94

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

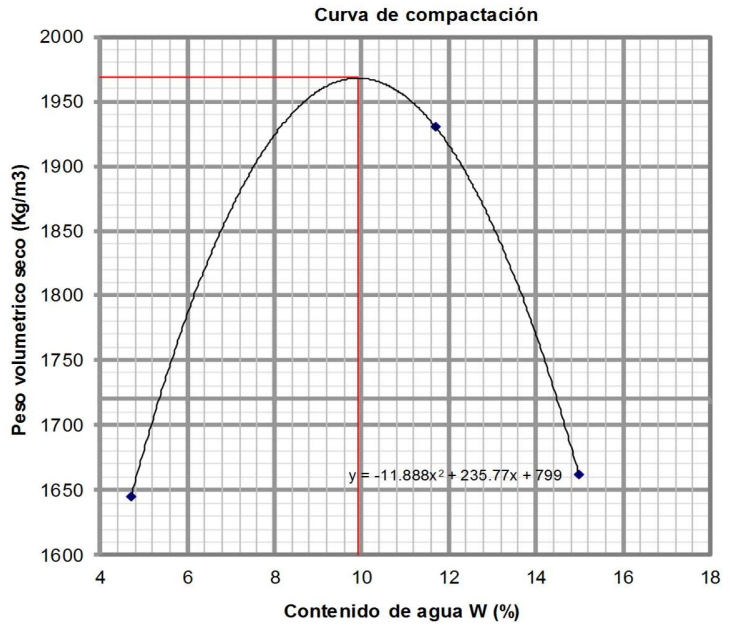
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 566873 E - 9746893N
Abscisa : 6+000.00
Calicata № 7
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad con arena

FECHA: July, 7 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2.726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0.0021313	m3
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55,808	lb-ft / ft3

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
№	№	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m^3
1	180	211.6	205.3	70.4	6.3	134.9	4.70	6.396	3.670	0.9551	3.505	1645
2	29	182.1	170.1	67.2	12.0	102.9	11.70	7.321	4.595	0.8952	4.114	1930
3	10	216.9	197.6	68.6	19.3	129.0	14.99	6.799	4.073	0.8696	3.542	1662
4												
5												
6												
7												



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
1969 **Kg/m^3**

95% Densidad Seca Máxima
1870 **Kg/m^3**

Humedad Optima
9.92 **%**

Observaciones :
Normas de Referencia:
ASTM D 1557-91
AASHTO T 180-93

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
REGISTRO

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega **FECHA:** July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 566873 E - 9746893N
Abscisa : 6+000.00
Calicata № 7
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad con arena

Molde de C.B.R				Martillo de compactación y número de capas			
Diámetro =	0.1524 m	= 6.00	plgs.	Peso del martillo	= 10	Lbs.	
Altura =	0.1164 m	= 4.5827	plgs.	Altura caída martillo	= 18	plgs.	
Volumen =	0.00212331 m3	= 0.0749839	ft3	Número de capas	= 5		

Molde		№	10		9		11	
Golpes		№	56		25		12	
Energía de compactación		lb-ft / ft3	56,012		25,005		12,003	
ANTES DE INMERSIÓN								
Peso suelo húmedo + molde		Kg	8.591		8.379		8.116	
Peso de molde		Kg	4.224		4.174		4.185	
Peso suelo húmedo		Kg	4.367		4.205		3.931	
Peso suelo seco		Kg	3.756		3.576		3.449	
Densidad húmeda		Kg/m3	2056.70		1980.40		1851.36	
Densidad Seca		Kg/m3	1768.97		1684.06		1624.53	
HUMEDAD	Recipiente	№	116		164		152	
	Peso húmedo + recipiente	gr	170.6		166.7		226.8	
	Peso seco + recipiente	gr	151.1		146.0		202.4	
	Peso de agua	gr	19.5		20.7		24.4	
	Peso de recipiente	gr	31.0		28.7		27.7	
	Peso seco	gr	120.1		117.4		174.8	
	Contenido de agua	%	16.27		17.60		13.96	
	Promedio	%	16.2655		17.5969		13.9628	

LECTURAS DE INCHAMIENTO

Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	July, 7 de 2016	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
24	July, 8 de 2016	0.074	1.61	0.109	2.38	0.115	2.51
48	July, 9 de 2016	0.102	2.23	0.154	3.36	0.149	3.25
72	July, 10 de 2016	0.127	2.77	0.175	3.82	0.181	3.95
96	July, 11 de 2016	0.145	3.16	0.190	4.15	0.210	4.58

DESPUÉS DE INMERSIÓN								
Peso suelo húmedo + molde		Kg	8.731		8.572		8.452	
Peso de molde		Kg	4.224		4.174		4.185	
Peso suelo húmedo		Kg	4.507		4.398		4.267	
Peso suelo seco		Kg	3.766		3.622		3.485	
Densidad húmeda		Kg/m3	2122.63		2071.30		2009.60	
Densidad Seca.		Kg/m3	1773.62		1705.86		1641.38	
HUMEDAD	Recipiente	№	17		170		10	
	Peso húmedo + recipiente	gr	147.3		164.1		132.6	
	Peso seco + recipiente	gr	127.4		138.8		113.1	
	Peso de agua	gr	19.9		25.3		19.4	
	Peso de recipiente	gr	26.2		20.7		26.5	
	Peso seco	gr	101.2		118.1		86.6	
	Contenido de agua	%	19.68		21.42		22.43	
	Promedio	%	19.6778		21.4225		22.4339	

Observaciones Normas de Referencia: ASTM D1883-94 - AASHTO T 193-93

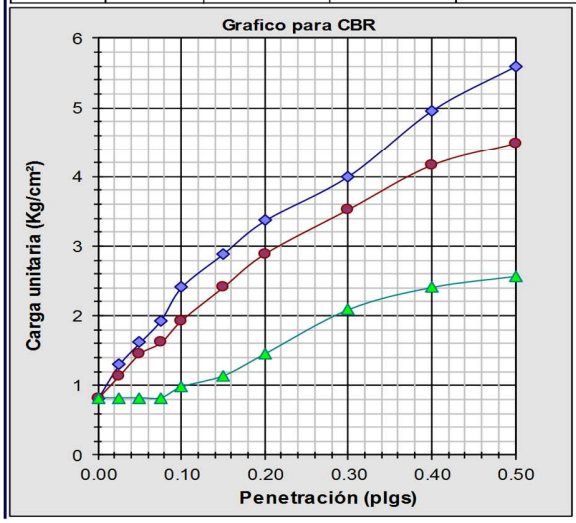
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas 566873 E - 9746893N
Abscisa : 6+000.00
Calicata № 7
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad con arena

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
Área del pistón = 3.00 plg2 = 19.3548 cm2

Molde №		10	9	11	10	9	11
№ Golpes por capa		56	25	12	56	25	12
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	35.0	35.0	35.0	15.9	15.9	15.9
0.64	0.025	55.3	48.6	35.0	25.1	22.1	15.9
1.27	0.05	68.9	62.1	35.0	31.3	28.2	15.9
1.91	0.075	82.4	68.9	35.0	37.5	31.3	15.9
2.54	0.10	102.8	82.4	41.8	46.7	37.5	19.0
3.81	0.15	123.1	102.8	48.6	55.9	46.7	22.1
5.08	0.20	143.4	123.1	62.1	65.2	55.9	28.2
7.62	0.30	170.5	150.2	89.2	77.5	68.3	40.5
10.2	0.40	211.2	177.3	102.8	96.0	80.6	46.7
12.7	0.50	238.3	190.8	109.5	108.3	86.7	49.8
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg2			Carga Unitaria en Kg/cm2		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	11.7	11.7	11.7	0.8	0.8	0.8
0.64	0.025	18.4	16.2	11.7	1.3	1.1	0.8
1.27	0.05	23.0	20.7	11.7	1.6	1.5	0.8
1.91	0.075	27.5	23.0	11.7	1.9	1.6	0.8
2.54	0.10	34.3	27.5	13.9	2.4	1.9	1.0
3.81	0.15	41.0	34.3	16.2	2.9	2.4	1.1
5.08	0.20	47.8	41.0	20.7	3.4	2.9	1.5
7.62	0.30	56.8	50.1	29.7	4.0	3.5	2.1
10.2	0.40	70.4	59.1	34.3	5.0	4.2	2.4
12.7	0.50	79.4	63.6	36.5	5.6	4.5	2.6



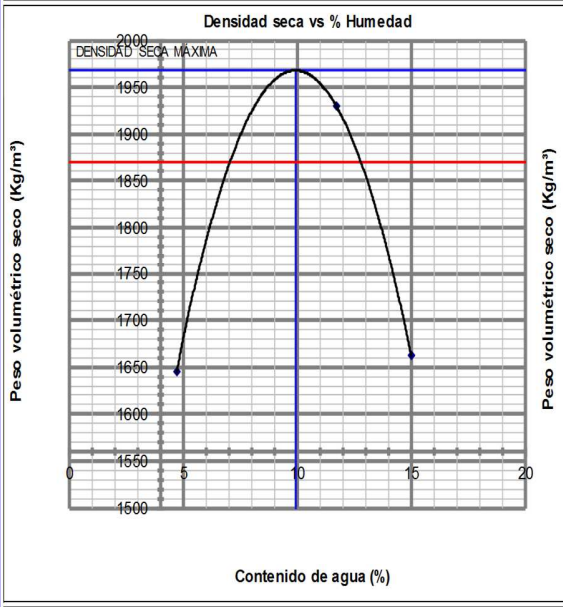
C.B.R. para 2,54mm	
№ Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm2)	2.41
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	3.43
№ Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.94
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	2.75
№ Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm2)	0.98
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	1.39

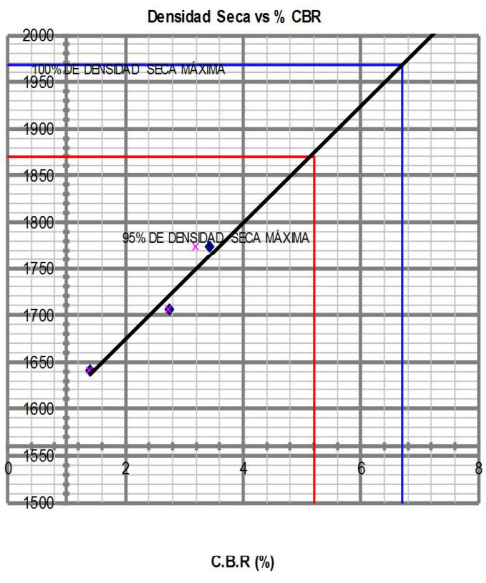
Observaciones:
Normas de Referencia:
ASTM D1883-94
AASHTO T 193-93

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 8 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 566873 E - 9746893N
Abscisa : 6+000.00
Calicata № 7
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad con arena





№ Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1774	2.41	3.37	70.45	105.68	3.43	3.19	3.16
25	1706	1.94	2.89	70.45	105.68	2.75	2.74	4.15
12	1641	0.98	1.46	70.45	105.68	1.39	1.38	4.58

RESULTADOS			
Densidad seca Máxima	=	1969	Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1870	Kg/m3
Humedad óptima	=	9.92	%
CBR al 100% para 0,10"	=	6.70	%
CBR al 95% para 0,10"	=	5.20	%
Expansión	=	3.16	%

Observaciones: Normas de Referencia: AASHTO T 193-93 ; ASTM D 1883-94

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

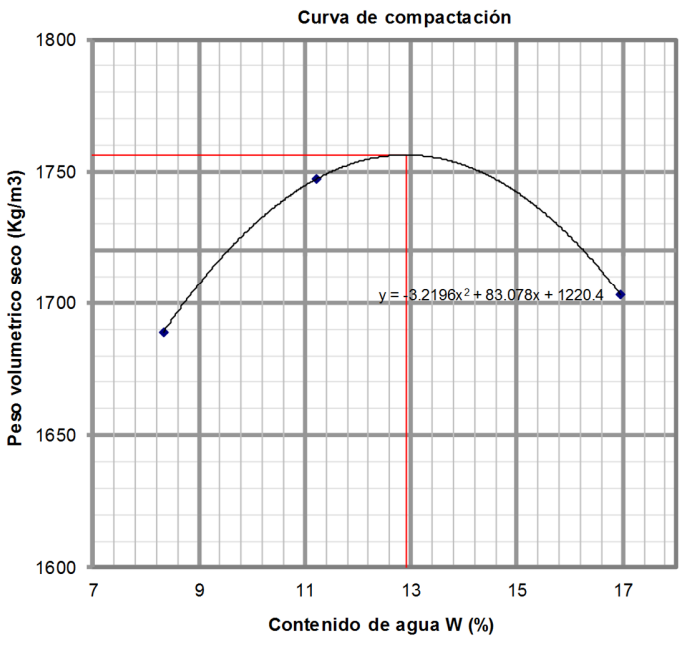
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 567765 E - 9747098 N
Abscisa : 7+000.00
Calicata № 8
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad

FECHA: July, 7 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2.726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0.0021313	m3
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55,808	lb-ft / ft3

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
№	№	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m^3
1	180	184.7	175.9	69.9	8.8	106.0	8.33	6.626	3.900	0.9231	3.600	1689
2	29	182.8	171.2	67.5	11.6	103.7	11.22	6.868	4.142	0.8991	3.724	1747
3	10	211.5	191.2	71.1	20.4	120.1	16.96	6.972	4.246	0.8550	3.630	1703
4												
5												
6												
7												



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima
1756 **Kg/m^3**

95% Densidad Seca Máxima
1669 **Kg/m^3**

Humedad Optima
12.90 **%**

Observaciones :
Normas de Referencia:
ASTM D 1557-91
AASHTO T 180-93

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
REGISTRO

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 567765 E - 9747098 N
Abscisa : 7+000.00
Calicata № 8
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad

Molde de C.B.R				Martillo de compactación y número de capas			
Diámetro =	0.1524 m	= 6.00	plgs.	Peso del martillo	= 10	Lbs.	
Altura =	0.1164 m	= 4.5827	plgs.	Altura caída martillo	= 18	plgs.	
Volumen =	0.00212331 m3	= 0.0749839	ft3	Número de capas	= 5		

Molde		№	12		13		14	
Golpes		№	56		25		12	
Energía de compactación		lb-ft / ft3	56,012		25,005		12,003	
ANTES DE INMERSIÓN								
Peso suelo húmedo + molde		Kg	8.461		8.385		8.199	
Peso de molde		Kg	4.230		4.221		4.221	
Peso suelo húmedo		Kg	4.231		4.164		3.978	
Peso suelo seco		Kg	3.699		3.601		3.450	
Densidad húmeda		Kg/m3	1992.65		1961.09		1873.49	
Densidad Seca		Kg/m3	1742.13		1695.95		1624.94	
HUMEDAD	Recipiente	№	188		100		300	
	Peso húmedo + recipiente	gr	184.9		228.3		220.1	
	Peso seco + recipiente	gr	165.3		201.3		193.8	
	Peso de agua	gr	19.6		27.0		26.3	
	Peso de recipiente	gr	29.2		28.5		21.9	
	Peso seco	gr	136.2		172.8		171.9	
	Contenido de agua	%	14.38		15.63		15.30	
	Promedio	%	14.3801		15.6335		15.2960	

LECTURAS DE INCHAMIENTO								
Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%	
Inicial	July, 7 de 2016	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	
24	July, 8 de 2016	0.090	1.96	0.100	2.18	0.105	2.29	
48	July, 9 de 2016	0.094	2.05	0.109	2.38	0.114	2.49	
72	July, 10 de 2016	0.102	2.23	0.127	2.77	0.132	2.88	
96	July, 11 de 2016	0.110	2.40	0.145	3.16	0.167	3.64	

DESPUÉS DE INMERSIÓN								
Peso suelo húmedo + molde		Kg	8.625		8.594		8.482	
Peso de molde		Kg	4.230		4.221		4.221	
Peso suelo húmedo		Kg	4.395		4.373		4.261	
Peso suelo seco		Kg	3.720		3.616		3.500	
Densidad húmeda		Kg/m3	2069.88		2059.52		2006.78	
Densidad Seca.		Kg/m3	1752.18		1703.02		1648.58	
HUMEDAD	Recipiente	№	188		100		300	
	Peso húmedo + recipiente	gr	142.1		172.0		130.5	
	Peso seco + recipiente	gr	124.6		147.1		110.8	
	Peso de agua	gr	17.5		24.9		19.7	
	Peso de recipiente	gr	28.4		27.9		20.1	
	Peso seco	gr	96.2		119.1		90.8	
	Contenido de agua	%	18.13		20.93		21.73	
	Promedio	%	18.1318		20.9334		21.7276	

Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D1883-94 - AASHTO T 193-93

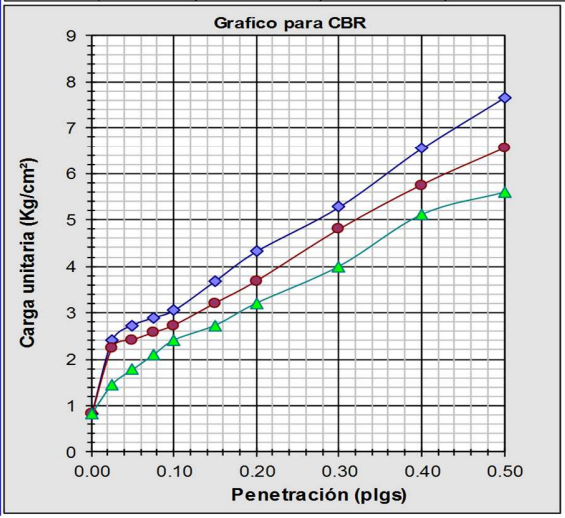
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas 567765 E - 9747098 N
Abscisa : 7+000.00
Calicata № 8
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
Área del pistón = 3.00 plg2 = 19.3548 cm2

Molde №		12	13	14	12	13	14
№ Golpes por capa		56	25	12	56	25	12
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	35.0	35.0	35.0	15.9	15.9	15.9
0.64	0.025	102.8	96.0	62.1	46.7	43.6	28.2
1.27	0.05	116.3	102.8	75.7	52.9	46.7	34.4
1.91	0.075	123.1	109.5	89.2	55.9	49.8	40.5
2.54	0.10	129.9	116.3	102.8	59.0	52.9	46.7
3.81	0.15	157.0	136.6	116.3	71.3	62.1	52.9
5.08	0.20	184.1	157.0	136.6	83.7	71.3	62.1
7.62	0.30	224.7	204.4	170.5	102.1	92.9	77.5
10.2	0.40	278.9	245.0	217.9	126.8	111.4	99.1
12.7	0.50	326.3	278.9	238.3	148.3	126.8	108.3
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg2			Carga Unitaria en Kg/cm2		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	11.7	11.7	11.7	0.8	0.8	0.8
0.64	0.025	34.3	32.0	20.7	2.4	2.3	1.5
1.27	0.05	38.8	34.3	25.2	2.7	2.4	1.8
1.91	0.075	41.0	36.5	29.7	2.9	2.6	2.1
2.54	0.10	43.3	38.8	34.3	3.0	2.7	2.4
3.81	0.15	52.3	45.5	38.8	3.7	3.2	2.7
5.08	0.20	61.4	52.3	45.5	4.3	3.7	3.2
7.62	0.30	74.9	68.1	56.8	5.3	4.8	4.0
10.2	0.40	93.0	81.7	72.6	6.5	5.8	5.1
12.7	0.50	108.8	93.0	79.4	7.7	6.5	5.6



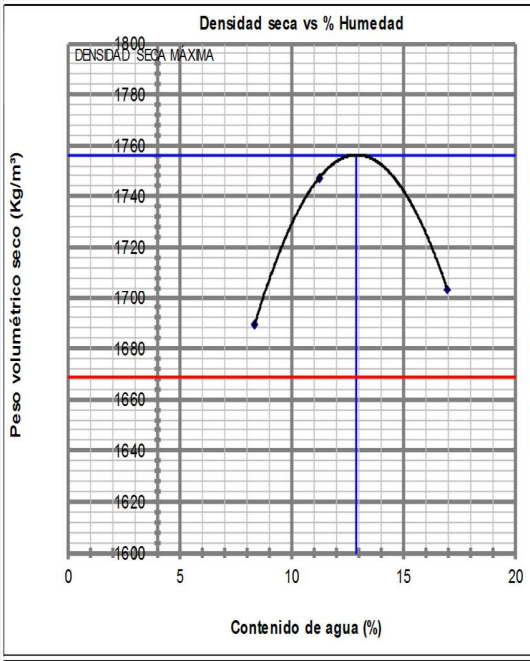
C.B.R. para 2,54mm	
№ Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm2)	3.05
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	4.33
№ Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm2)	2.73
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	3.88
№ Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm2)	2.41
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	3.43

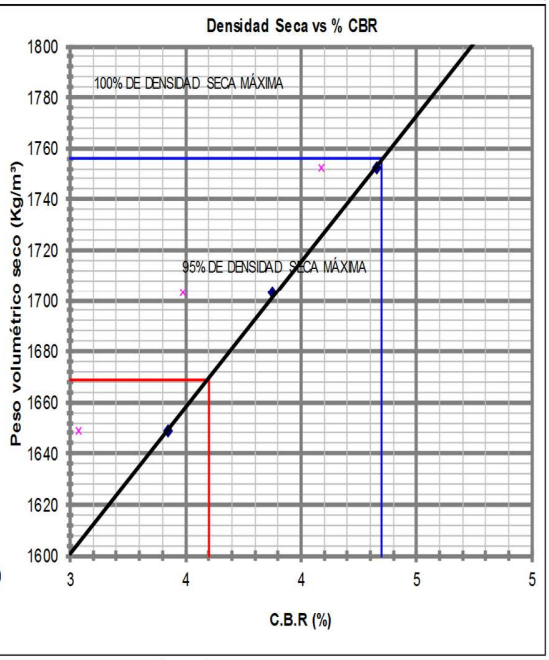
Observaciones:
Normas de Referencia:
ASTM D1883-94
AASHTO T 193-93

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 567765 E - 9747098 N
Abscisa : 7+000.00
Calicata № 8
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad





№ Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1752	3.05	4.32	70.45	105.68	4.33	4.09	2.40
25	1703	2.73	3.69	70.45	105.68	3.88	3.49	3.16
12	1649	2.41	3.21	70.45	105.68	3.43	3.04	3.64

RESULTADOS			
Densidad seca Máxima	=	1756	Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1669	Kg/m3
Humedad óptima	=	12.90	%
CBR al 100% para 0,10"	=	4.35	%
CBR al 95% para 0,10"	=	3.60	%
Expansión	=	2.40	%

Observaciones: Normas de Referencia: AASHTO T 193-93 ; ASTM D 1883-94

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

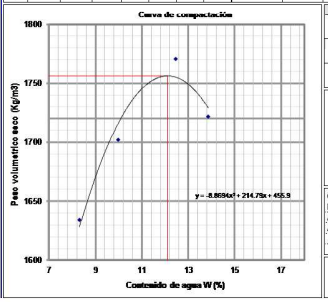
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 562255 E - 9746700 N
Abscisa : 8+596.14
Calicata Nº 9
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad

FECHA: July, 7 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2.726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0.0021313	m3
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caida del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55,800	lb-ft / ft3

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
Nº	Nº	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m^3
1	180	205.3	195.0	71.4	10.3	123.6	8.31	6.498	3.772	0.9233	3.483	1634
2	29	212.0	199.0	69.1	13.0	129.9	9.98	6.715	3.990	0.9093	3.628	1702
3	10	217.7	201.4	70.3	16.3	131.1	12.46	6.970	4.244	0.8892	3.774	1771
4	18	187.0	172.3	66.2	14.7	106.1	13.86	6.904	4.178	0.8783	3.670	1722
5												
6												
7												



RESULTADOS
Densidad Seca Máxima
1756 Kg/m^3
95% Densidad Seca Máxima
1668 Kg/m^3
Humedad Optima
12.11 %

Observaciones :
Normas de Referencia:
ASTM D 1557-91
AASHTO T 180-93

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R. REGISTRO

PROYECTO: Via Sacachún - Cienega
FECHA: July, 7 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 568255 E - 9746700 N
Abscisa : 0+596.14
Calicata Nº 9
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad

Molde de C.B.R				Martillo de compactación y número de capas			
Diámetro =	0.1524 m	= 6.00	pigs.	Peso del martillo	= 10	Lbs.	
Altura =	0.1164 m	= 4.5827	pigs.	Altura caido martillo	= 18	pigs.	
Volumen =	0.00212331 m3	= 0.0749839 ft3		Número de capas	= 5		

Molde	Nº	22	16	23
Golpes	Nº	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft3	56,012	25,005	12,003
ANTES DE INMERSIÓN				
Peso suelo húmedo + molde	Kg	8.934	8.531	8.578
Peso de molde	Kg	4.722	4.444	4.718
Peso suelo húmedo	Kg	4.212	4.087	3.860
Peso suelo seco	Kg	3.670	3.561	3.370
Densidad húmeda	Kg/m3	1983.70	1924.83	1817.92
Densidad Seca	Kg/m3	1728.28	1676.88	1587.16
HUMEDAD	Recipiente Nº	46	29	12
	Peso húmedo + recipiente gr	251.2	274.5	216.3
	Peso seco + recipiente gr	222.9	242.8	191.6
	Peso de agua gr	28.3	31.6	24.8
	Peso de recipiente gr	31.5	29.0	21.3
	Peso seco gr	191.4	213.9	170.3
	Contenido de agua %	14.78	14.79	14.54
	Promedio %	14.7784	14.7861	14.5390

LECTURAS DE HINCHAMIENTO

Tiempo (Horas)	Fecha	pigs.	%	pigs.	%	pigs.	%
Inicial	July, 7 de 2016	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
24	July, 8 de 2016	0.092	2.01	0.115	2.51	0.132	2.88
48	July, 9 de 2016	0.112	2.44	0.130	2.84	0.159	3.47
72	July, 10 de 2016	0.127	2.77	0.144	3.14	0.167	3.64
96	July, 11 de 2016	0.134	2.92	0.175	3.82	0.185	4.04

DESPUÉS DE INMERSIÓN				
Peso suelo húmedo + molde	Kg	9.101	8.765	8.922
Peso de molde	Kg	4.722	4.444	4.718
Peso suelo húmedo	Kg	4.379	4.321	4.204
Peso suelo seco	Kg	3.703	3.597	3.452
Densidad húmeda	Kg/m3	2062.35	2035.03	1979.93
Densidad Seca	Kg/m3	1744.14	1694.00	1625.85
HUMEDAD	Recipiente Nº	118	113	229
	Peso húmedo + recipiente gr	112.2	125.9	120.9
	Peso seco + recipiente gr	99.7	108.6	110.4
	Peso de agua gr	12.5	17.4	10.6
	Peso de recipiente gr	31.3	22.3	25.1
	Peso seco gr	68.5	86.3	85.3
	Contenido de agua %	18.24	20.13	21.78
	Promedio %	18.2442	20.1321	21.7779

Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D1883-94 - AASHTO T 193-93

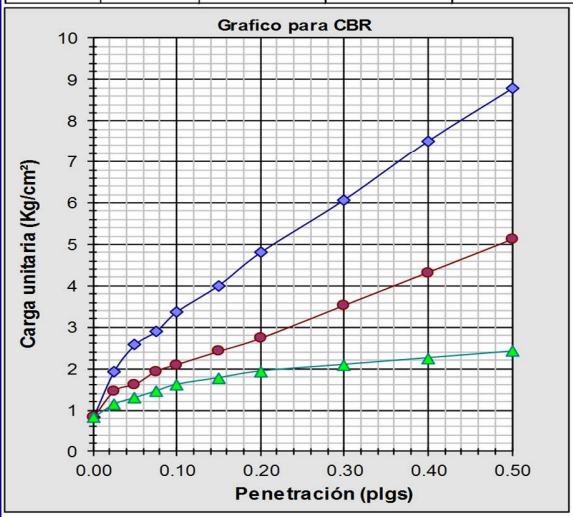
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 11 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas 568255 E - 9746700 N
Abscisa : 8+596.14
Calicata № 9
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
Área del pistón = 3.00 plg2 = 19.3548 cm2

Molde №		22	16	23	22	16	23
№ Golpes por capa		56	25	12	56	25	12
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	35.0	35.0	35.0	15.9	15.9	15.9
0.64	0.025	82.4	62.1	48.6	37.5	28.2	22.1
1.27	0.05	109.5	68.9	55.3	49.8	31.3	25.1
1.91	0.075	123.1	82.4	62.1	55.9	37.5	28.2
2.54	0.10	143.4	89.2	68.9	65.2	40.5	31.3
3.81	0.15	170.5	102.8	75.7	77.5	46.7	34.4
5.08	0.20	204.4	116.3	82.4	92.9	52.9	37.5
7.62	0.30	258.6	150.2	89.2	117.5	68.3	40.5
10.2	0.40	319.6	184.1	96.0	145.3	83.7	43.6
12.7	0.50	373.8	217.9	102.8	169.9	99.1	46.7
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg2			Carga Unitaria en Kg/cm2		
(mm)	(plg)						
0.0	0.00	11.7	11.7	11.7	0.8	0.8	0.8
0.64	0.025	27.5	20.7	16.2	1.9	1.5	1.1
1.27	0.05	36.5	23.0	18.4	2.6	1.6	1.3
1.91	0.075	41.0	27.5	20.7	2.9	1.9	1.5
2.54	0.10	47.8	29.7	23.0	3.4	2.1	1.6
3.81	0.15	56.8	34.3	25.2	4.0	2.4	1.8
5.08	0.20	68.1	38.8	27.5	4.8	2.7	1.9
7.62	0.30	86.2	50.1	29.7	6.1	3.5	2.1
10.2	0.40	106.5	61.4	32.0	7.5	4.3	2.3
12.7	0.50	124.6	72.6	34.3	8.8	5.1	2.4



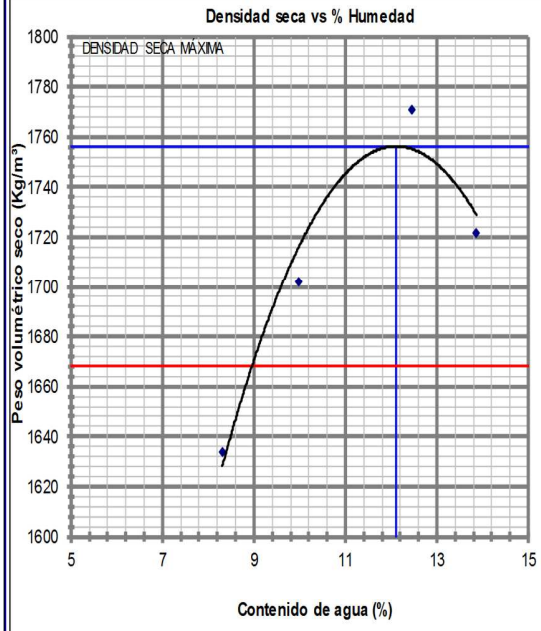
C.B.R. para 2,54mm	
№ Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm2)	3.37
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	4.78
№ Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm2)	2.09
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	2.97
№ Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm2)	1.62
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R (%)	2.30

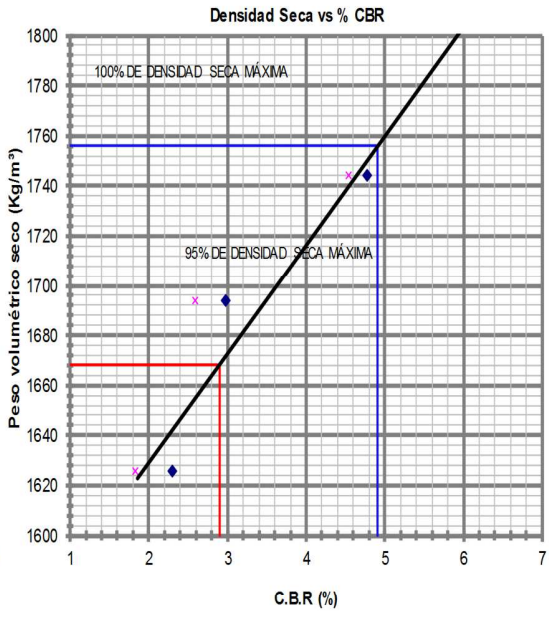
Observaciones:
Normas de Referencia:
ASTM D1883-94
AASHTO T 193-93

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Sacachún - Cienega
FECHA: July, 12 de 2016
Localización: Provicia de Santa Elena
Coordenadas: 568255 E - 9746700 N
Abscisa : 8+596.14
Calicata № 9
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad





№ Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1744	3.37	4.80	70.45	105.68	4.78	4.54	2.92
25	1694	2.09	2.73	70.45	105.68	2.97	2.58	3.82
12	1626	1.62	1.94	70.45	105.68	2.30	1.83	4.04

RESULTADOS			
Densidad seca Máxima	=	1756	Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1668	Kg/m3
Humedad óptima	=	12.11	%
CBR al 100% para 0,10"	=	4.90	%
CBR al 95% para 0,10"	=	2.90	%
Expansión	=	2.92	%

Observaciones: Normas de Referencia: AASHTO T 193-93 ; ASTM D 1883-94

6. DETALLE DEL SISTEMA DE DRENAJE

Cálculo tiempo de concentración

Clase	Longitud	Altura	Tiempo de concentración
	Km	m	min
ALCANTARILLA 1	0.602	36	8.01
ALCANTARILLA 2	0.719	65	7.84
ALCANTARILLA 3	0.237	30	2.93
ALCANTARILLA 4	0.258	22	3.64
ALCANTARILLA 5	0.703	8	17.12
TRINCHERA-1	0.497	55	5.46
TRINCHERA-2	0.256	25	3.44
ALCANTARILLA-A1	1.512	25	26.74

Calculo de caudales de demanda Alcantarillas y trincheras

TRAMOS	ABSCISA		LONG.	A R E A (Ha)			TIEMP. DE CONC.(min')		Intensidad	Demanda
				PROPIA	ADIC.	TOTAL	DE LLEGADA	DE ESCURRIM.	I (mm/hr)	Q_d l/s
ALCANTARILLA 1	2+004.54		16.10	16.41		16.41	8.01	0.13	135.95	1,860.63
ALCANTARILLA 2	4+280.00		16.09	18.60		18.60	7.84	0.13	136.84	2,122.74
ALCANTARILLA 3	7+005.47		16.07	2.20		2.20	5.00	0.06	156.89	287.87
ALCANTARILLA 4	7+502.79		15.84	O		6.13	5.00	0.13	156.89	802.10
ALCANTARILLA 5	8+040.00		15.00	24.71		24.71	17.11	0.13	107.94	2,224.44
TRINCHERA-1	3+975.00	4+140.00	215.00	8.80		8.80	5.00	3.58	156.89	1,151.47
TRINCHERA-2	7+500.00	8+000.00	520.00	6.13		6.13	5.00	32.10	156.89	802.10

Cálculo de caudal de demanda de cunetas

TRAMOS	ABSCISA		LONG.	AREA (Ha)			TIEMP. DE CONC.(min')		Intensidad	Demanda
				PROPIA	ADIC.	TOTAL	DE LLEGADA	DE ESCURRIM.	I (mm/hr)	Q_d l/s
ALCANTARILLA-A1	4+935.08		20.00	109.14		109.14	26.73	0.22	94.25	8578.93
CUNETA-C1	0+160.00	0+300.00	140.00	0.12		0.12	5.00	4.67	462.93	131.27
CUNETA-C2	0+160.00	0+300.00	140.00	0.07		0.07	2.00	4.67	933.12	154.35
CUNETA-C3	0+380.00	0+500.00	120.00	0.06		0.06	2.00	4.00	933.12	132.30
CUNETA-C4	0+380.00	0+500.00	120.00	0.06		0.06	2.00	4.00	933.12	132.30
CUNETA-C5	0+900.00	0+960.00	60.00	0.03		0.03	2.00	2.00	933.12	66.15
CUNETA-C6	0+880.00	0+980.00	100.00	0.05		0.05	2.00	3.33	933.12	110.25
CUNETA-C7	1+480.00	1+580.00	100.00	0.05		0.05	2.00	3.33	933.12	110.25
CUNETA-C8	1+480.00	1+580.00	100.00	0.05		0.05	2.00	3.33	933.12	110.25
CUNETA-C9	1+640.00	1+680.00	40.00	0.02		0.02	2.00	3.33	933.12	44.10
CUNETA-C10	1+640.00	1+680.00	40.00	0.02		0.02	2.00	3.33	933.12	44.10
CUNETA-C11	1+820.00	1+920.00	100.00	0.05		0.05	2.00	8.33	933.12	110.25
CUNETA-C12	1+820.00	1+900.00	80.00	0.04		0.04	2.00	6.67	933.12	88.20
CUNETA-C13	2+160	2+340.00	180.00	0.09		0.09	2.00	15.00	933.12	198.45
CUNETA-C14	2+460.00	2+560.00	100.00	0.05		0.05	2.00	3.70	933.12	110.25
CUNETA-C15	3+000.00	3+080.00	80.00	0.04		0.04	2.00	2.96	933.12	88.20
CUNETA-C16	3+000.00	3+080.00	80.00	0.04		0.04	2.00	2.96	933.12	88.20
CUNETA-C17	3+340.00	3+360.00	20.00	0.01		0.01	2.00	0.48	933.12	22.05
CUNETA-C18	3+340.00	3+360.00	20.00	0.01		0.01	2.00	0.48	933.12	22.05
CUNETA-C19	4+080.00	4+200.00	120.00	0.06		0.06	2.00	4.00	933.12	132.30
CUNETA-C20	4+480.00	4+560.00	80.00	0.04		0.04	2.00	1.27	933.12	88.20
CUNETA-C21	4+480.00	4+560.00	80.00	0.04		0.04	2.00	1.27	933.12	88.20
CUNETA-C22	4+630.00	4+680.00	50.00	0.03		0.03	2.00	0.39	933.12	55.12
CUNETA-C23	4+600.00	4+720.00	120.00	0.06		0.06	2.00	0.93	933.12	132.30
CUNETA-C24	5+200.00	5+320.00	120.00	0.06		0.06	2.00	1.90	933.12	132.30
CUNETA-C25	5+200.00	5+260.00	60.00	0.03		0.03	2.00	0.95	933.12	66.15
CUNETA-C26	5+400.00	5+520.00	120.00	0.06		0.06	2.00	10.00	933.12	132.30
CUNETA-C27	6+820.00	6+900.00	80.00	0.04		0.04	2.00	2.67	933.12	88.20
CUNETA-C28	6+800.00	6+900.00	100.00	0.05		0.05	2.00	3.33	933.12	110.25
CUNETA-C29	7+040.00	7+180.00	140.00	0.07		0.07	2.00	8.64	933.12	154.35

CUNETA-C30	7+080.00	7+180.00	100.00	0.05		0.05	2.00	6.17	933.12	110.25
CUNETA-C31	7+280.00	7+380.00	100.00	0.05		0.05	2.00	6.17	933.12	110.25
CUNETA-C32	7+280.00	7+380.00	100.00	0.05		0.05	2.00	6.17	933.12	110.25
CUNETA-C33	7+500.00	7+715.00	215.00	0.11		0.11	2.00	13.27	933.12	237.03
CUNETA-C34	7+760.00	7+880.00	120.00	0.06		0.06	2.00	7.41	933.12	132.30

Cálculo de Capacidad de Alcantarillas y trincheras

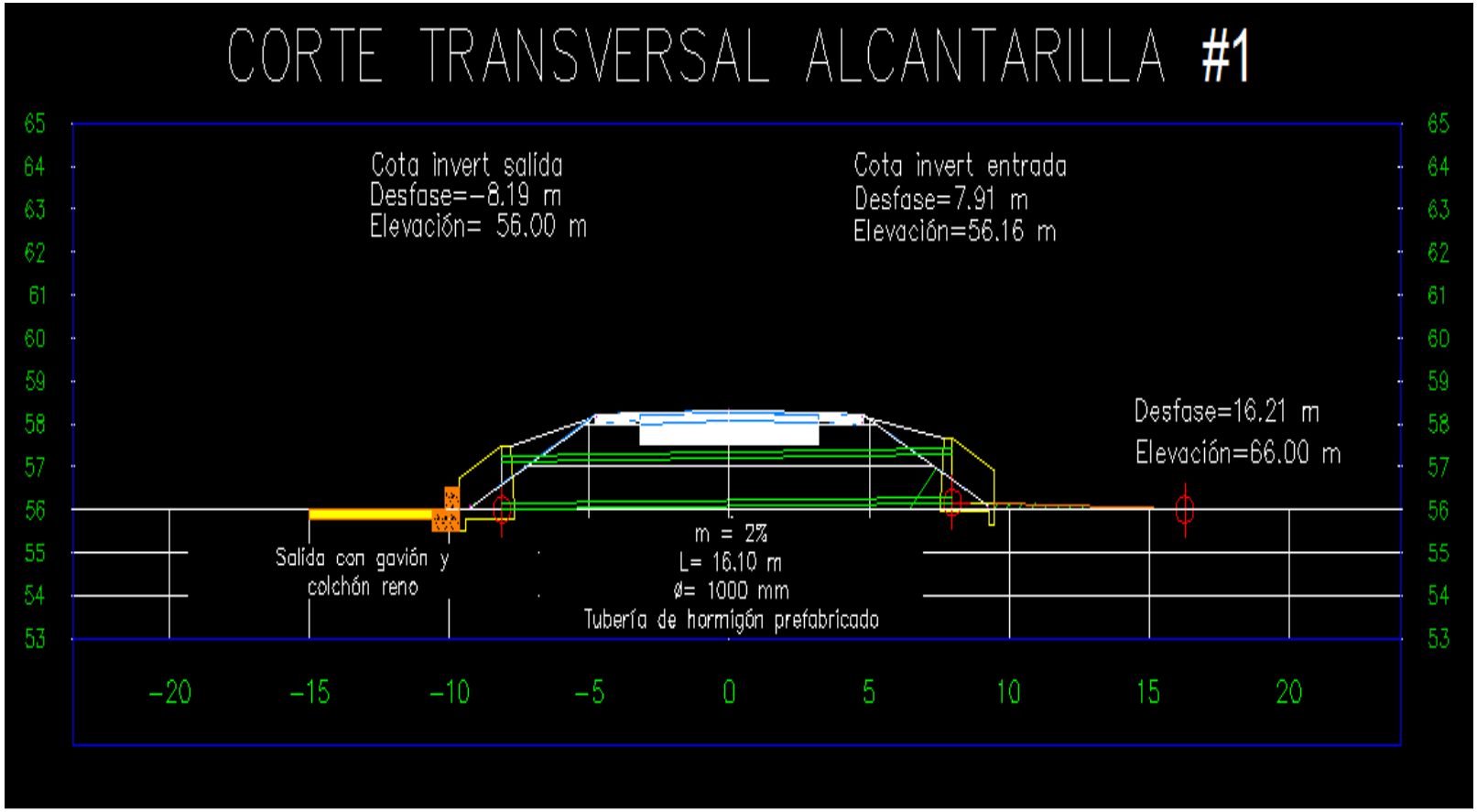
TRAMOS	ABSCISA		LONG.	DIAMETRO	AREA	PERIMETRO MOJADO	PENDIENTE	VELOC.	CAPACID.	DESNIVEL
				B	A	P	J	V	Q_{lleno}	
				mm.	m2.	m.	o/o	m/s	l/s	m
ALCANTARILLA 1	2+004.54		16.10	1,000			2.00%	4.32	3,390.7	0.322
ALCANTARILLA 2	4+280.00		16.09	1,000	-	-	2.00%	4.32	3,390.7	0.322
ALCANTARILLA 3	7+005.47		16.07	500	-	-	4.40%	4.03	792.1	0.707
ALCANTARILLA 4	7+502.79		15.84	750	-	-	2.00%	3.56	1,574.4	0.317
ALCANTARILLA 5	8+040.00		15.00	1,000	-	-	2.00%	4.32	3,390.7	0.300
TRINCHERA-1	3+975.00	4+140.00	215.00		0.31	1.53	1.00%	4.52	1,401.3	2.150
TRINCHERA-2	7+500.00	8+000.00	520.00	-	0.41	1.73	0.27%	2.48	1,021.2	1.404

Calculo de capacidad de Alcantarilla A1 y Cunetas

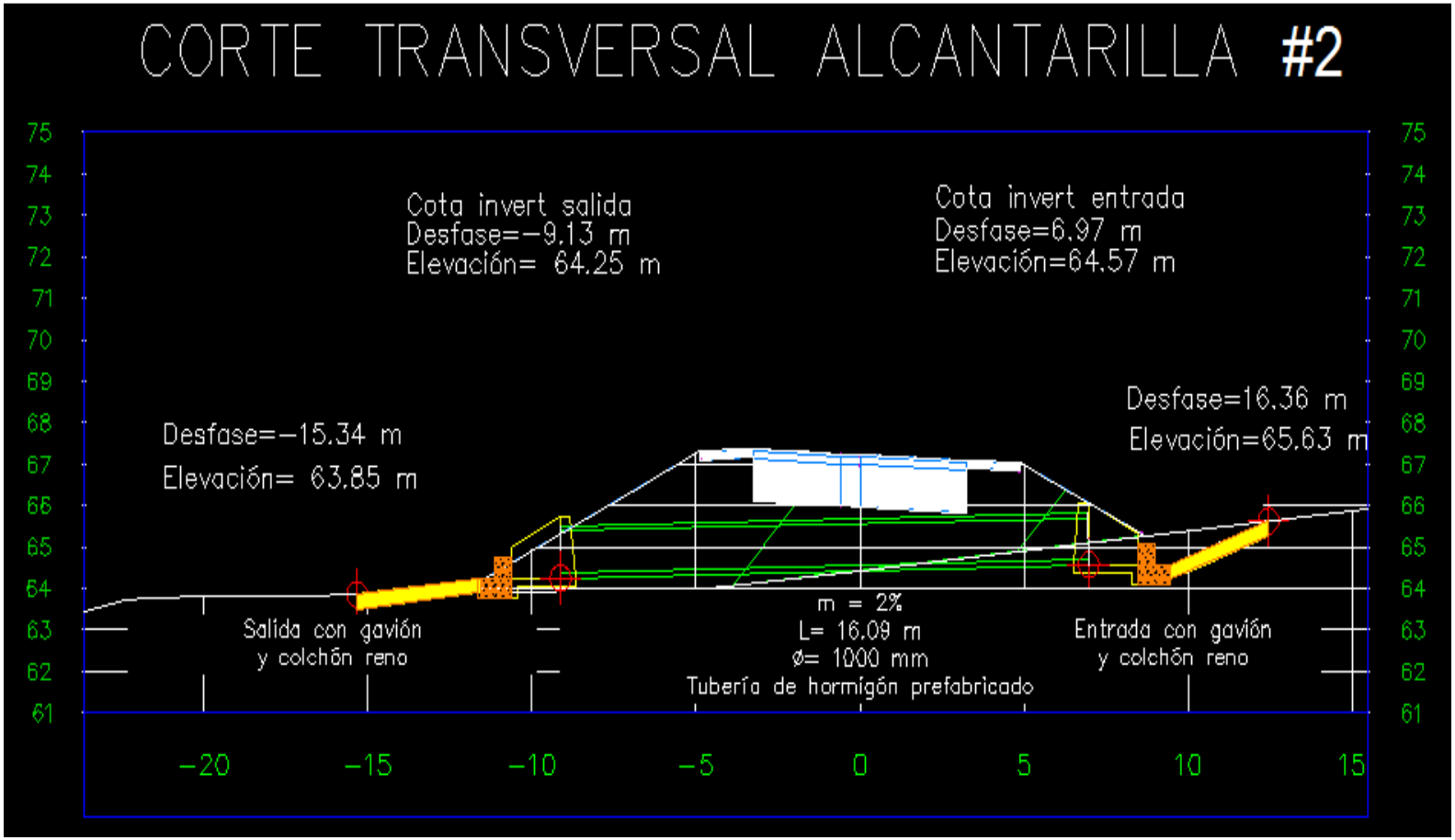
TRAMOS	ABSCISA		LONG.	DIAMETRO	AREA	PERIMETRO MOJADO	PENDIENTE	VELOC.	CAPACID.
				D	A	P	J	V	Q_{lleno}
				mm	m2.	m.	o/o	m/s	l/s
ALCANTARILLA-A1	4+935.08		20.00	1000.00	-	-	1.50%	3.74	2936.43
CUNETA-C1	0+160.00	0+300.00	140.00	-	0.14	1.09	0.50%	2.71	366.3
CUNETA-C2	0+160.00	0+300.00	140.00	-	0.14	1.09	0.50%	2.71	366.3
CUNETA-C3	0+380.00	0+500.00	120.00	-	0.14	1.09	0.50%	2.71	366.3
CUNETA-C4	0+380.00	0+500.00	120.00	-	0.14	1.09	0.50%	2.71	366.3
CUNETA-C5	0+900.00	0+960.00	60.00	-	0.14	1.09	0.50%	2.71	366.3
CUNETA-C6	0+880.00	0+980.00	100.00	-	0.14	1.09	0.50%	2.71	366.3
CUNETA-C7	1+480.00	1+580.00	100.00	-	0.14	1.09	0.50%	2.71	366.3
CUNETA-C8	1+480.00	1+580.00	100.00	-	0.14	1.09	0.50%	2.71	366.3
CUNETA-C9	1+640.00	1+680.00	40.00	-	0.14	1.09	0.20%	1.72	231.7
CUNETA-C10	1+640.00	1+680.00	40.00	-	0.14	1.09	0.20%	1.72	231.7
CUNETA-C11	1+820.00	1+920.00	100.00	-	0.14	1.09	0.20%	1.72	231.7
CUNETA-C12	1+820.00	1+900.00	80.00	-	0.14	1.09	0.20%	1.72	231.7
CUNETA-C13	2+160	2+340.00	180.00	-	0.14	1.09	0.20%	1.72	231.7
CUNETA-C14	2+460.00	2+560.00	100.00	-	0.14	1.09	0.45%	2.57	347.5
CUNETA-C15	3+000.00	3+080.00	80.00	-	0.14	1.09	0.45%	2.57	347.5
CUNETA-C16	3+000.00	3+080.00	80.00	-	0.14	1.09	0.45%	2.57	347.5
CUNETA-C17	3+340.00	3+360.00	20.00	-	0.14	1.09	0.70%	3.21	433.4
CUNETA-C18	3+340.00	3+360.00	20.00	-	0.14	1.09	0.70%	3.21	433.4
CUNETA-C19	4+080.00	4+200.00	120.00	-	0.14	1.09	0.50%	2.71	366.3
CUNETA-C20	4+480.00	4+560.00	80.00	-	0.14	1.09	1.05%	3.93	530.8
CUNETA-C21	4+480.00	4+560.00	80.00	-	0.14	1.09	1.05%	3.93	530.8
CUNETA-C22	4+630.00	4+680.00	50.00	-	0.14	1.09	2.15%	5.63	759.5
CUNETA-C23	4+600.00	4+720.00	120.00	-	0.14	1.09	2.15%	5.63	759.5
CUNETA-C24	5+200.00	5+320.00	120.00	-	0.14	1.09	1.05%	3.93	530.8
CUNETA-C25	5+200.00	5+260.00	60.00	-	0.14	1.09	1.05%	3.93	530.8
CUNETA-C26	5+400.00	5+520.00	120.00	-	0.14	1.09	0.20%	1.72	231.7
CUNETA-C27	6+820.00	6+900.00	80.00	-	0.14	1.09	0.50%	2.71	366.3
CUNETA-C28	6+800.00	6+900.00	100.00	-	0.14	1.09	0.50%	2.71	366.3
CUNETA-C29	7+040.00	7+180.00	140.00	-	0.14	1.09	0.27%	1.99	269.2

CUNETA-C30	7+080.00	7+180.00	100.00	0.14	1.09	0.27%	1.99	269.2
CUNETA-C31	7+280.00	7+380.00	100.00	0.14	1.09	0.27%	1.99	269.2
CUNETA-C32	7+280.00	7+380.00	100.00	0.14	1.09	0.27%	1.99	269.2
CUNETA-C33	7+500.00	7+715.00	215.00	0.14	1.09	0.27%	1.99	269.2
CUNETA-C34	7+760.00	7+880.00	120.00	0.14	1.09	0.27%	1.99	269.2

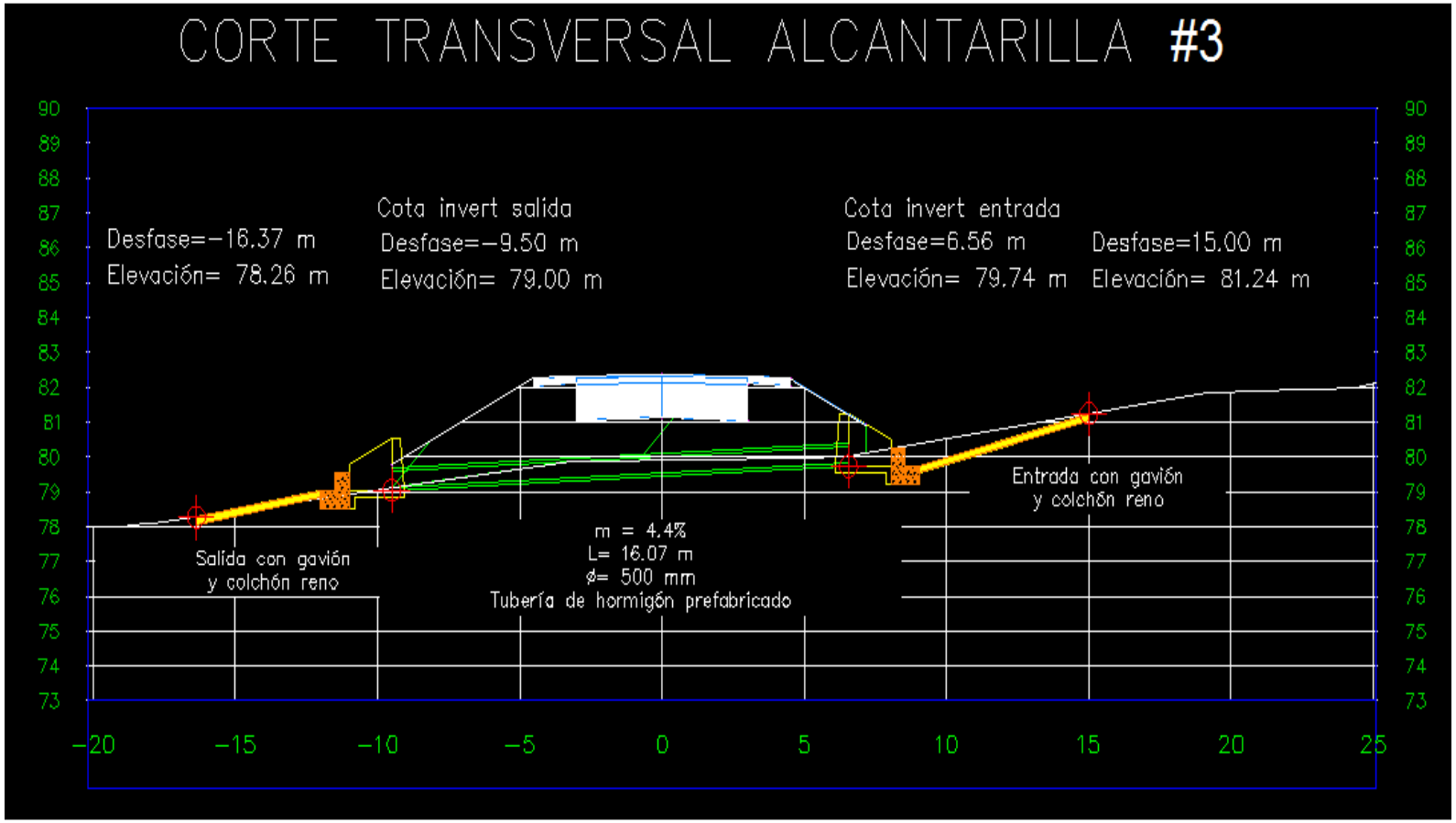
SECCIONES TRANSVERSALES

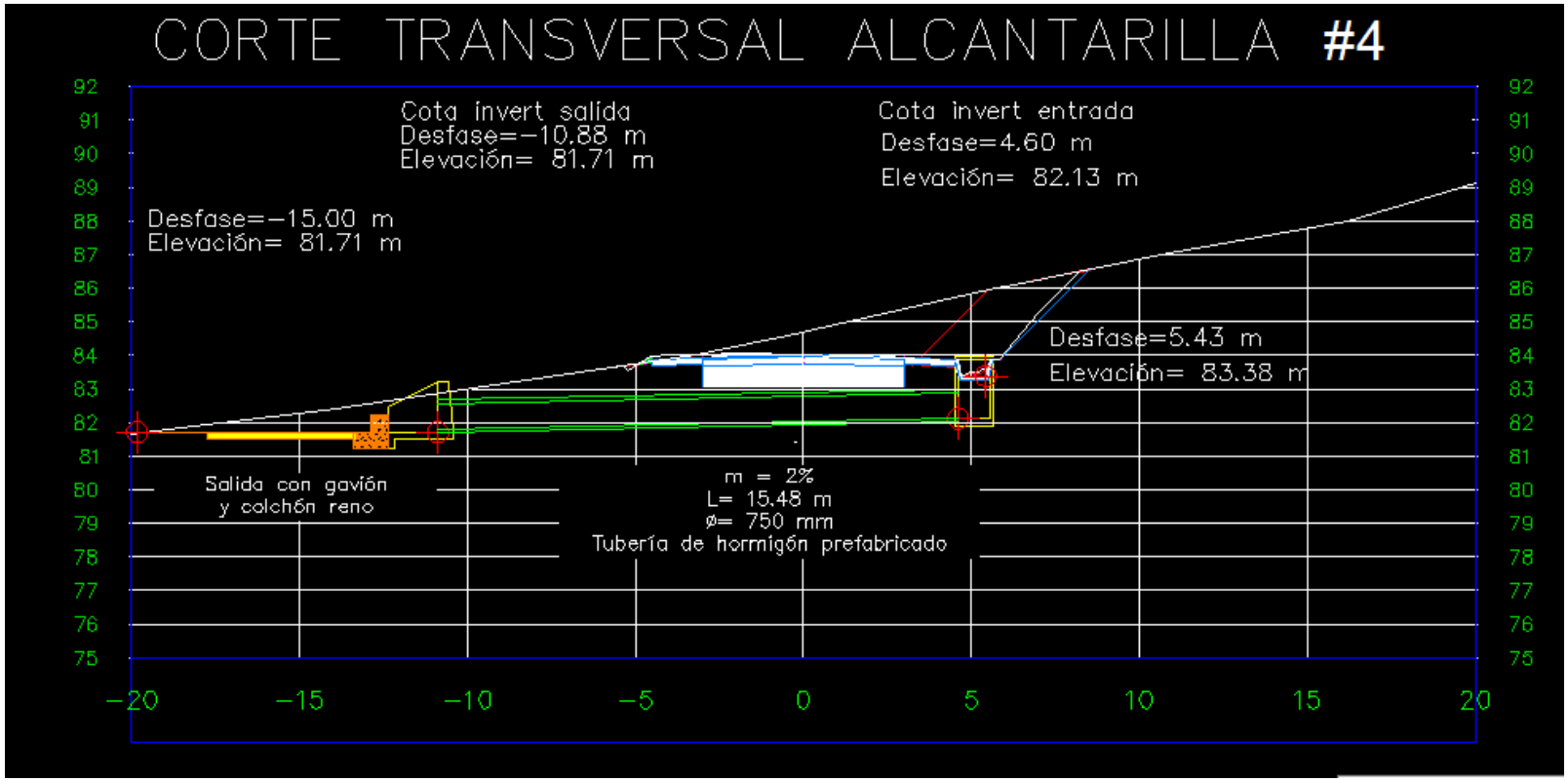


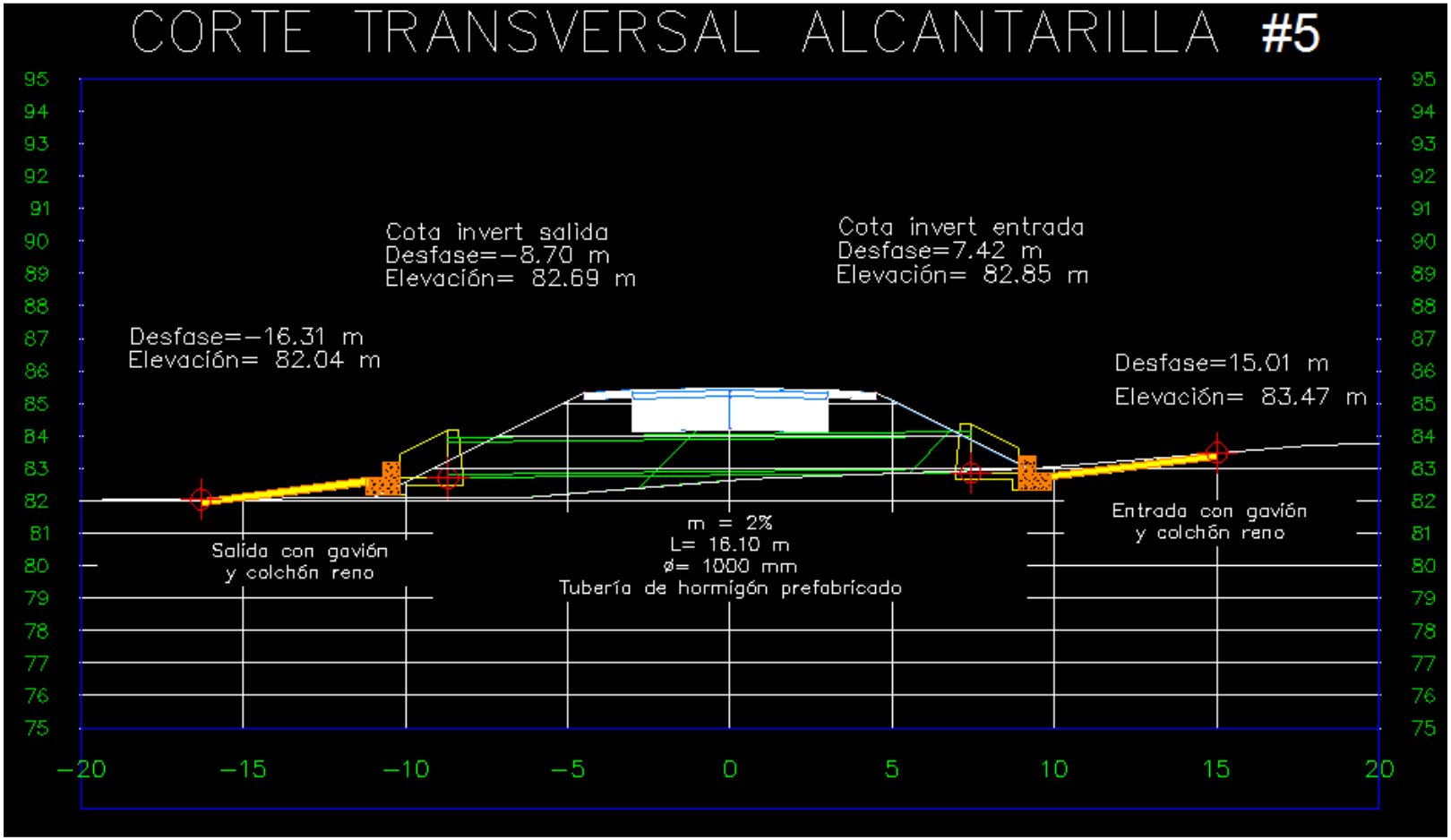
CORTE TRANSVERSAL ALCANTARILLA #2

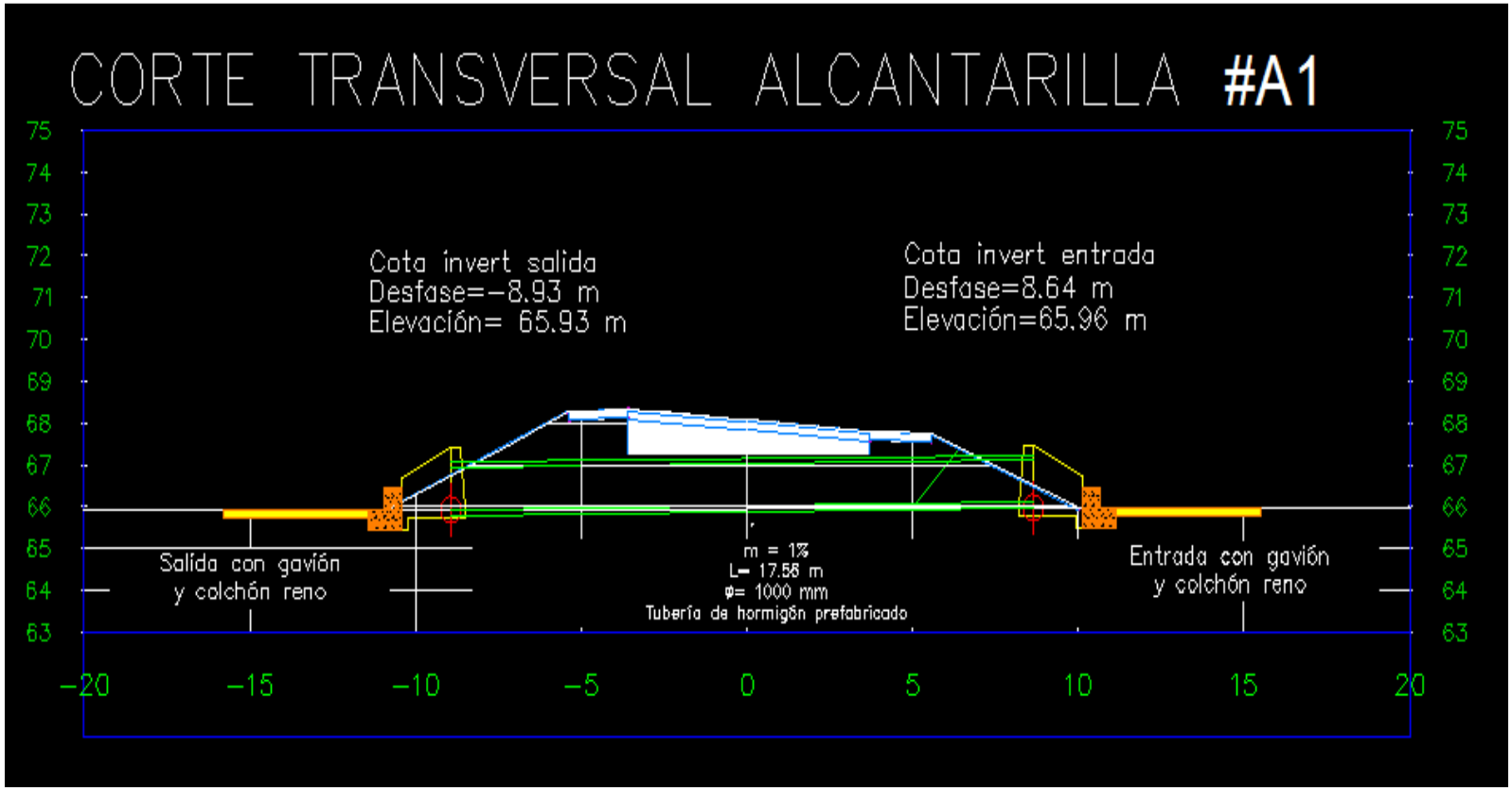


CORTE TRANSVERSAL ALCANTARILLA #3

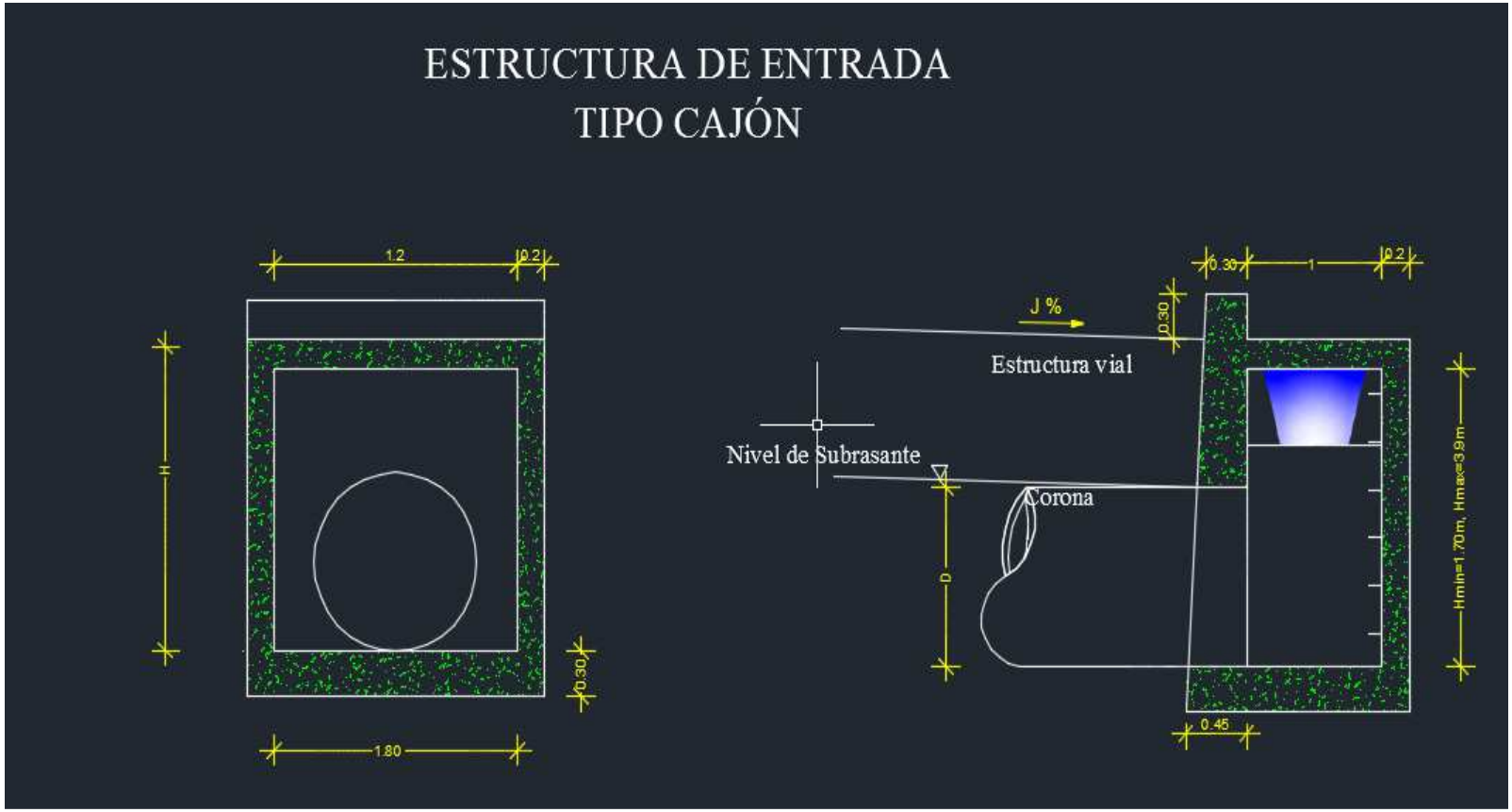



CORTE TRANSVERSAL ALCANTARILLA #4
Cota invert salida
Desfase=-10.88 m
Elevación= 81.71 m
Cota invert entrada
Desfase=4.60 m
Elevación= 82.13 m
Desfase=-15.00 m
Elevación= 81.71 m
Desfase=5.43 m
Elevación= 83.38 m
Salida con gavión
y colchón reno
m = 2%
L= 15.48 m
ø= 750 mm
Tubería de hormigón prefabricado
92
91
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
-20
-15
-10
-5
0
5
10
15
20


CORTE TRANSVERSAL ALCANTARILLA #5
Cota invert salida
Desfase=-8.70 m
Elevación= 82.69 m
Cota invert entrada
Desfase=7.42 m
Elevación= 82.85 m
Desfase=-16.31 m
Elevación= 82.04 m
Desfase=15.01 m
Elevación= 83.47 m
Salida con gavión
y colchón reno
m = 2%
L= 16.10 m
ø= 1000 mm
Tubería de hormigón prefabricado
Entrada con gavión
y colchón reno
95
94
93
92
91
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
-20
-15
-10
-5
0
5
10
15
20

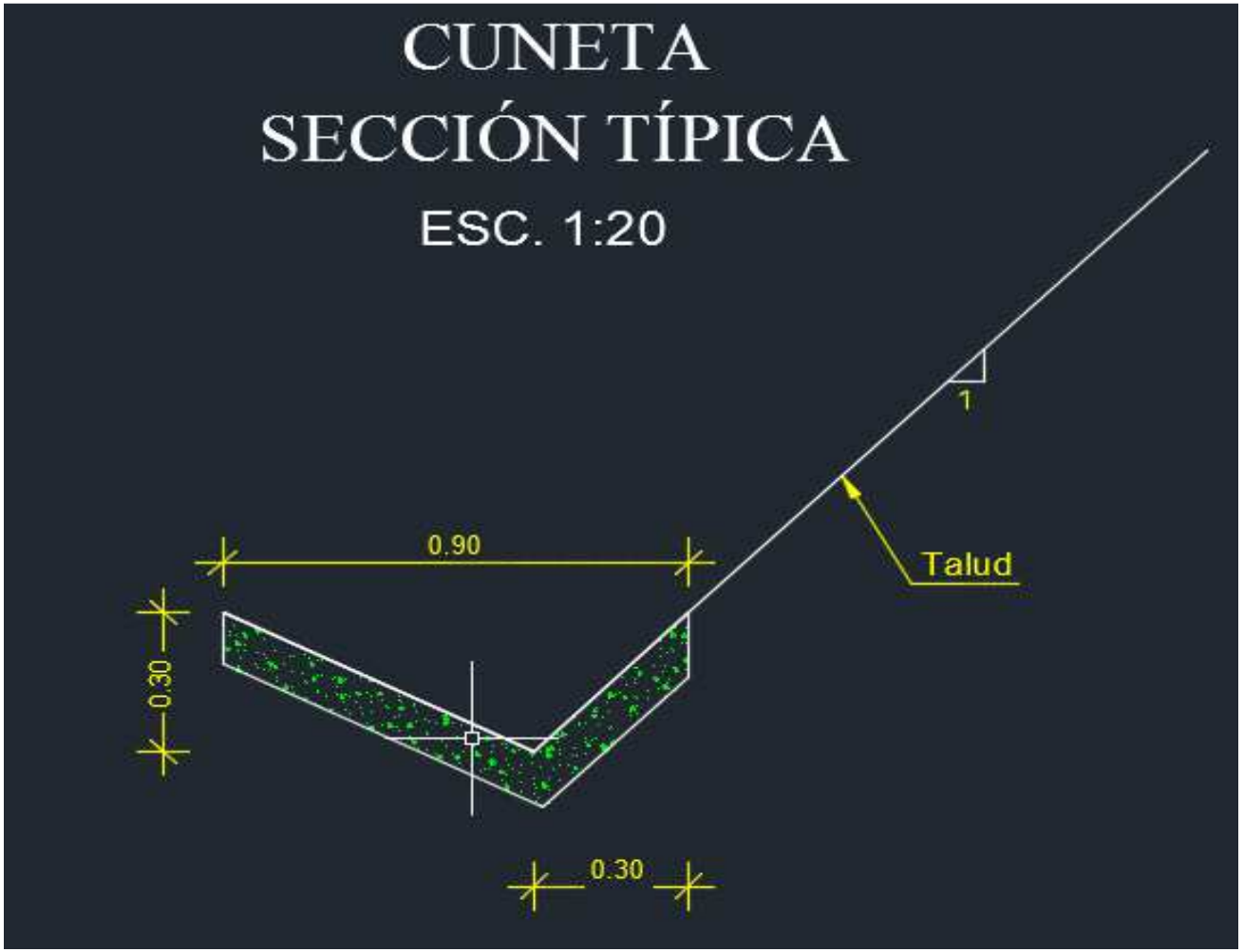

CORTE TRANSVERSAL ALCANTARILLA #A1
Cota invert salida
Desfase=-8.93 m
Elevación= 65.93 m
Cota invert entrada
Desfase=8.64 m
Elevación=65.96 m
Salida con gavión
y colchón reno
m = 1%
L= 17.56 m
φ= 1000 mm
Tubería de hormigón prefabricado
Entrada con gavión
y colchón reno
75
74
73
72
71
70
69
68
67
66
65
64
63
-20
-15
-10
-5
0
5
10
15
20

DETALLES DE ESTRUCTURAS

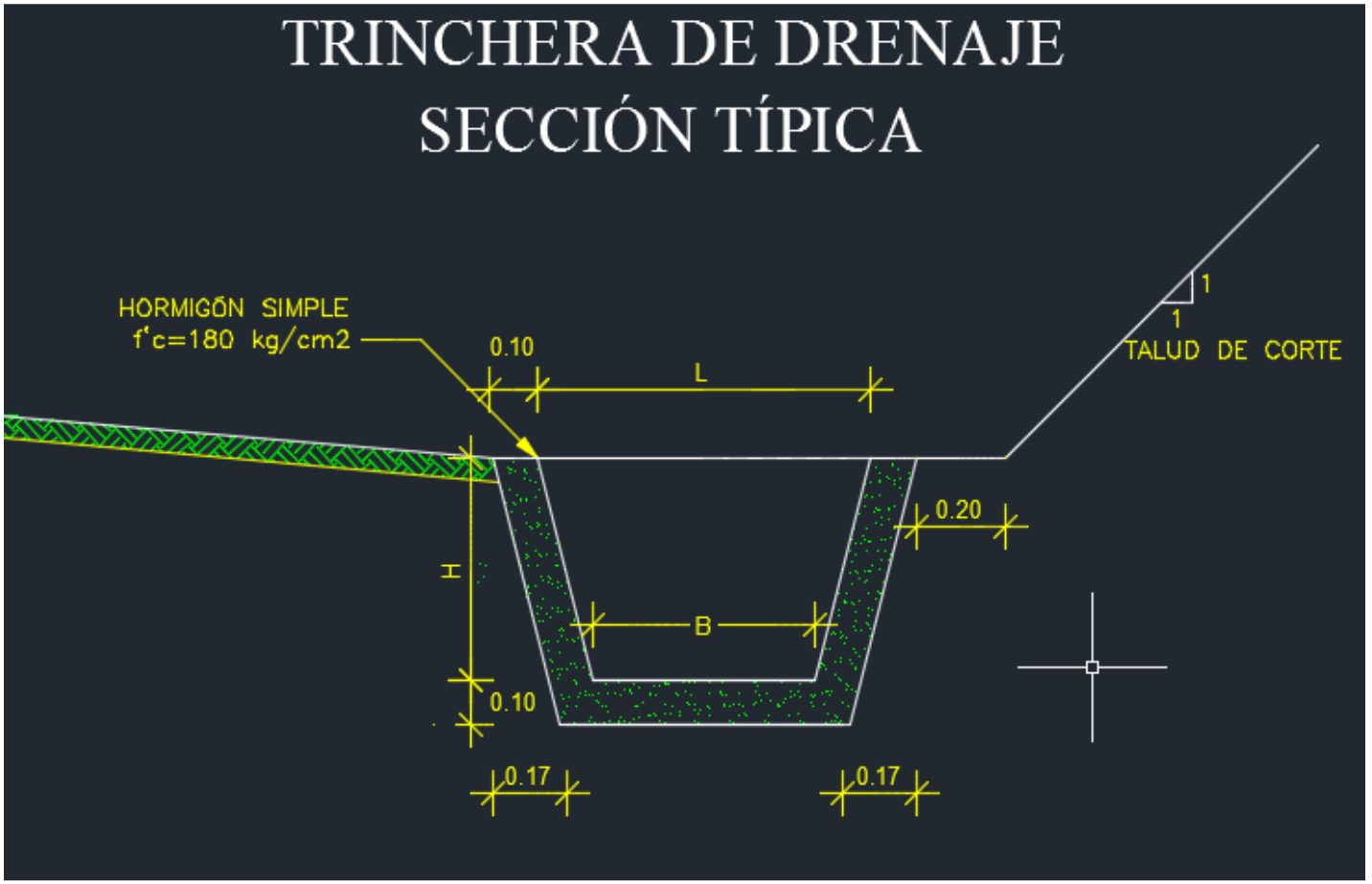


CUNETA
SECCIÓN TÍPICA

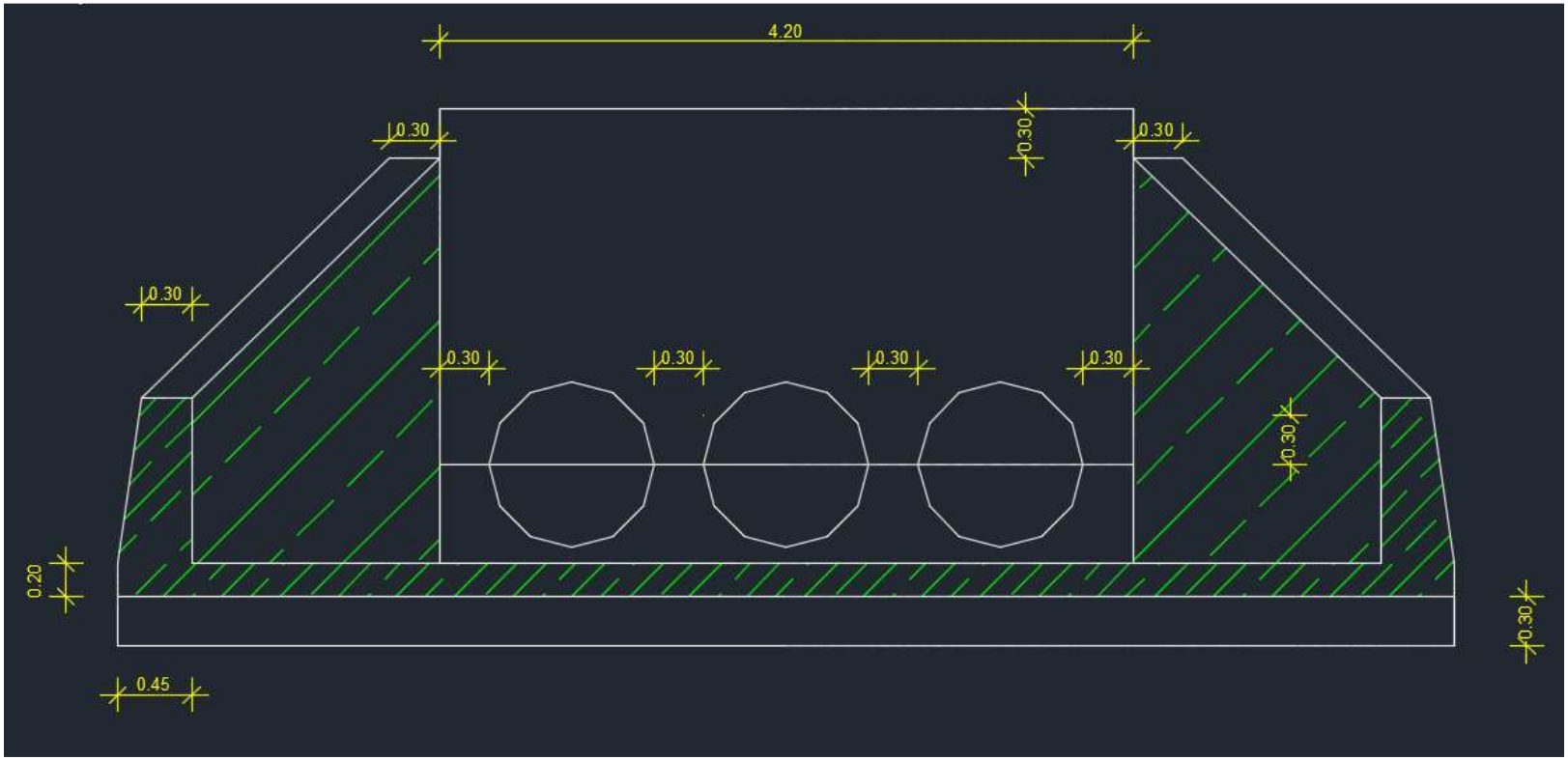
ESC. 1:20

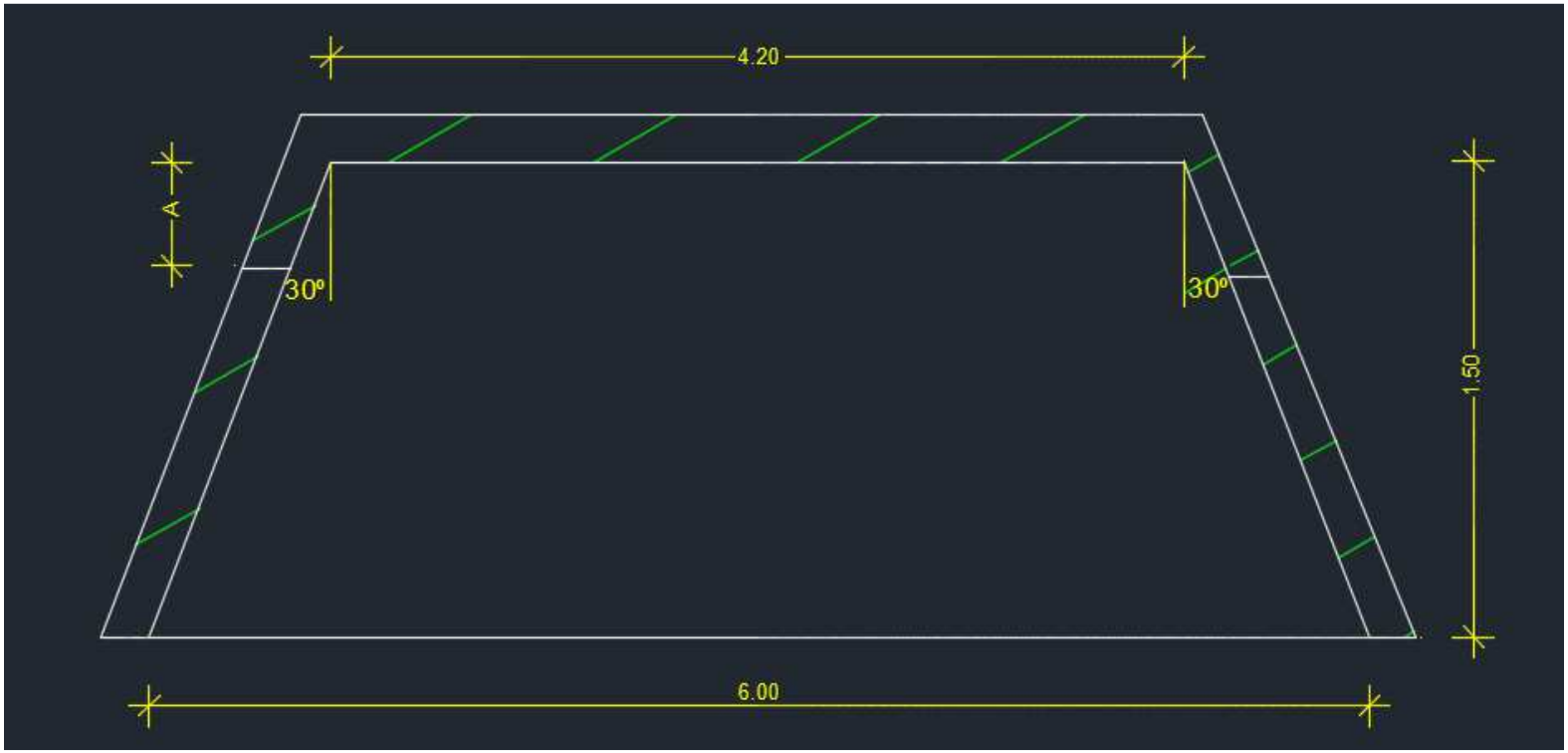


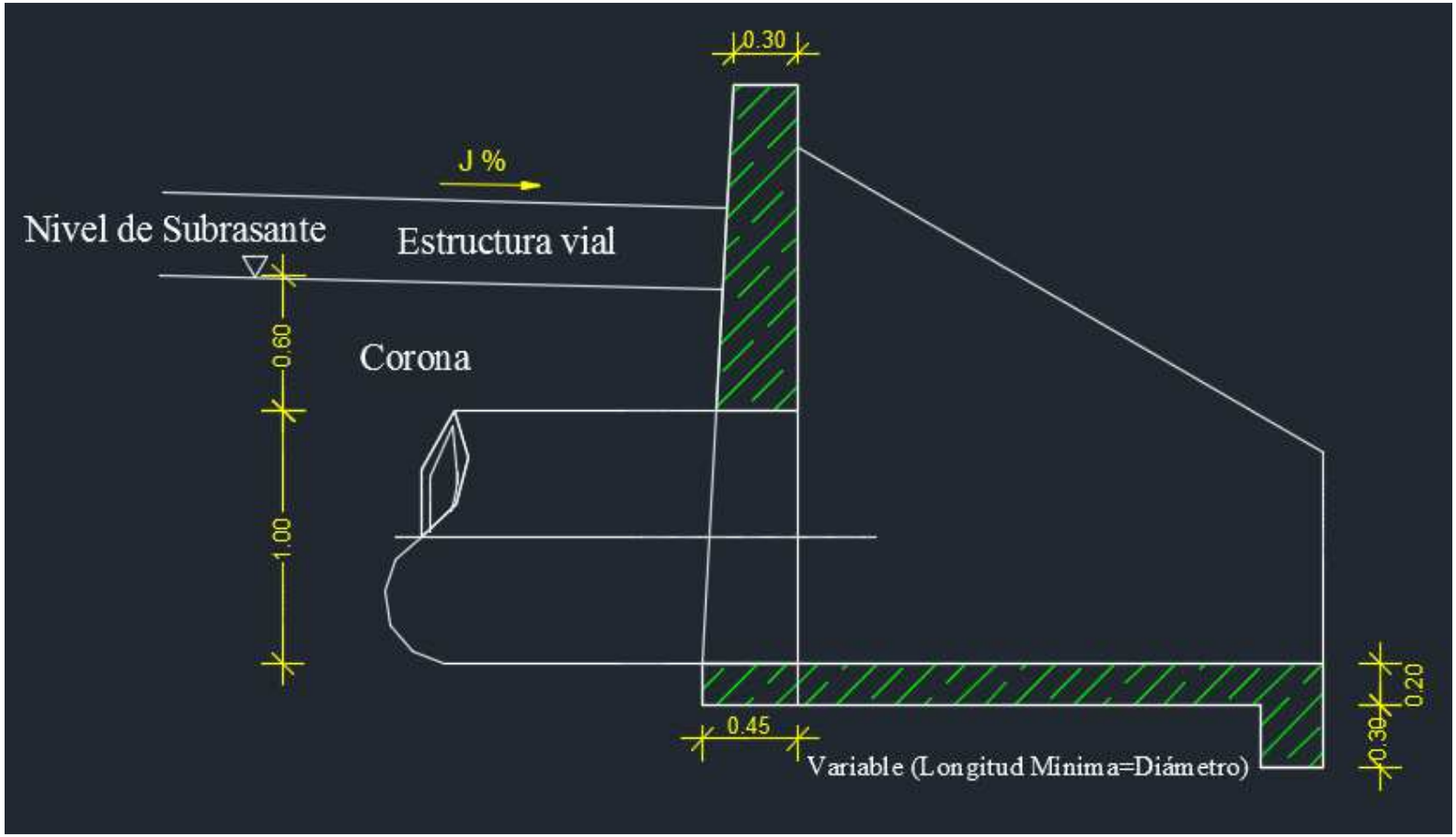
TRINCHERA DE DRENAJE
SECCIÓN TÍPICA



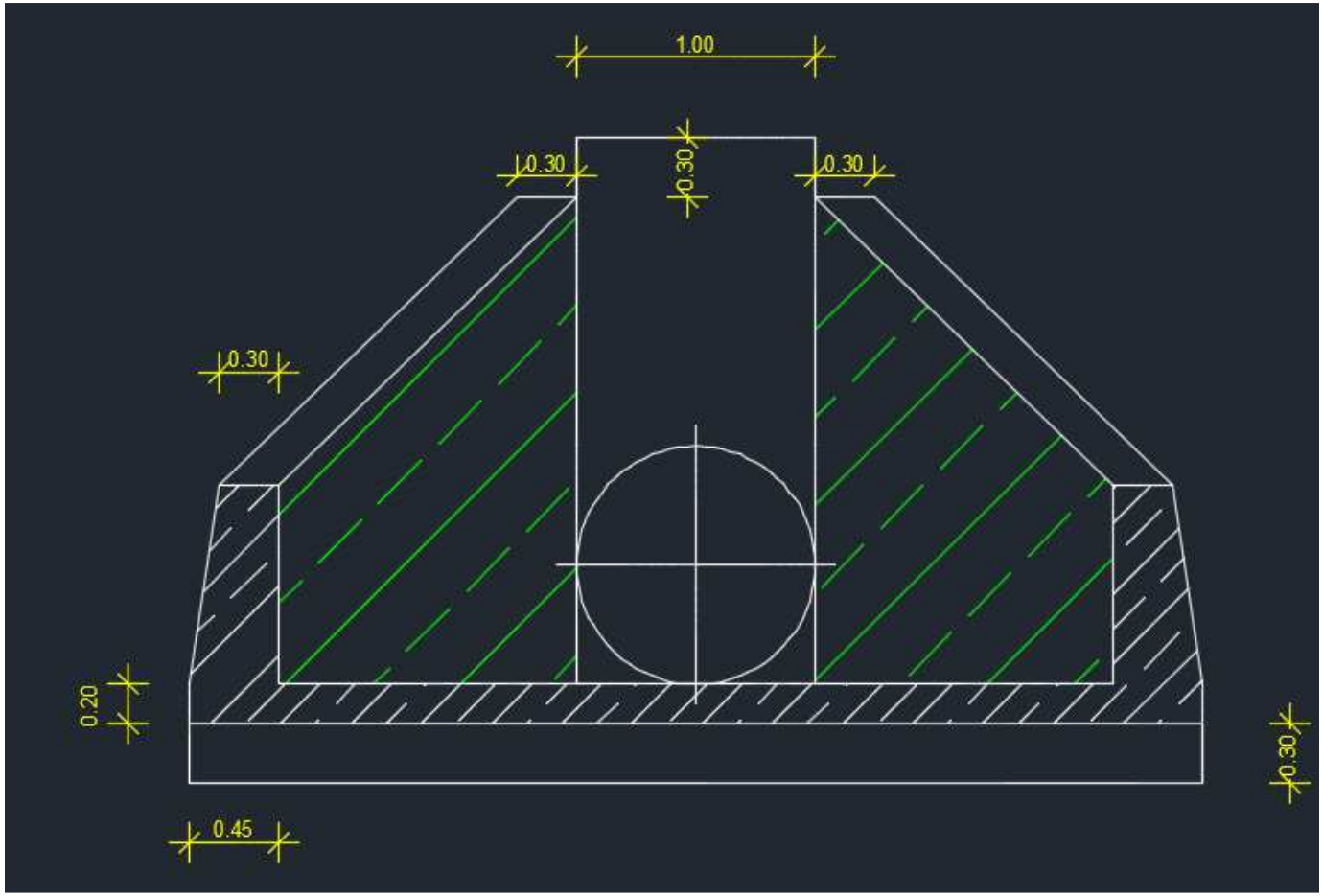
SECCION TIPICA ESTRUCTURA DE ENTRADA Y SALIDA ALCANTARILLA A-1

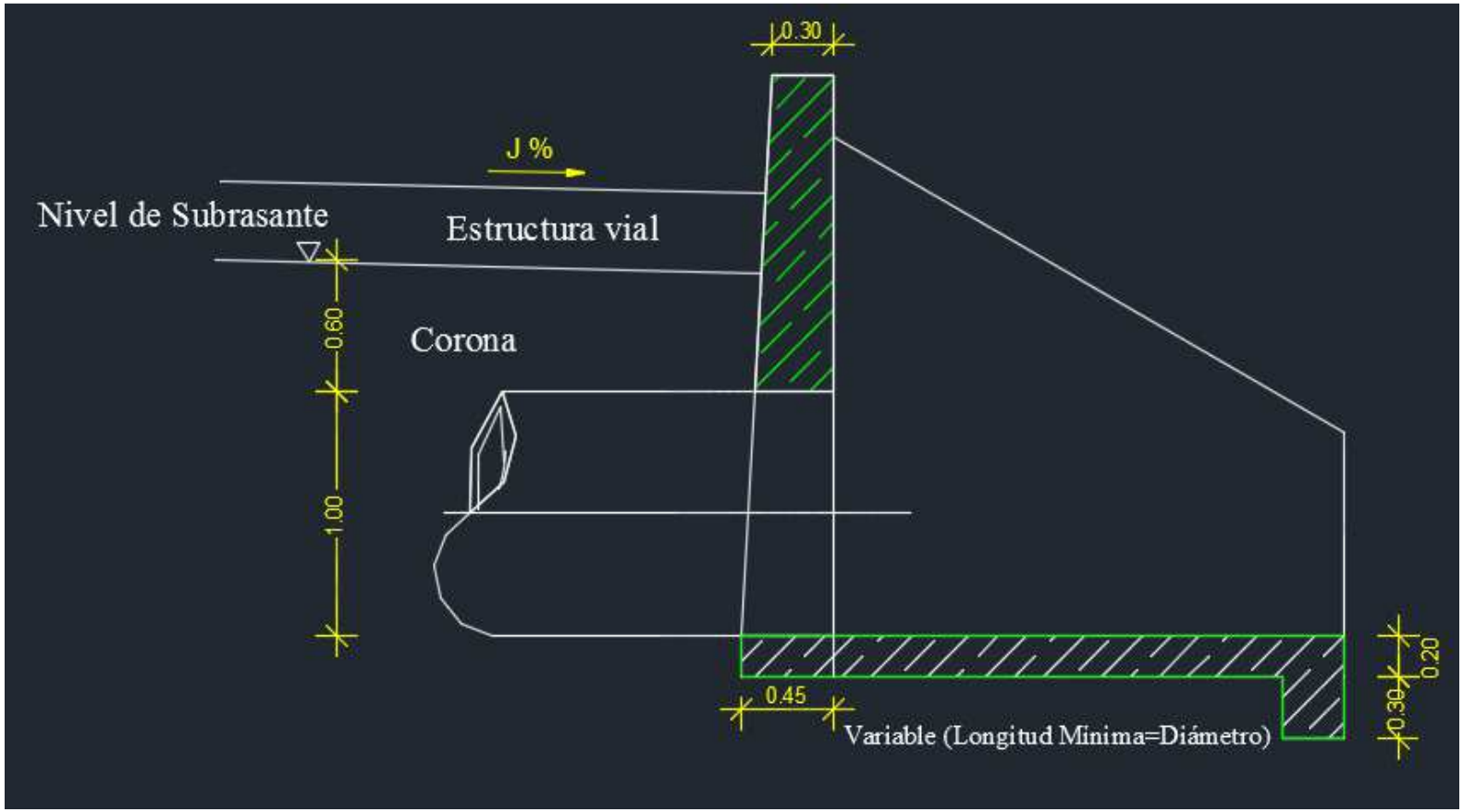


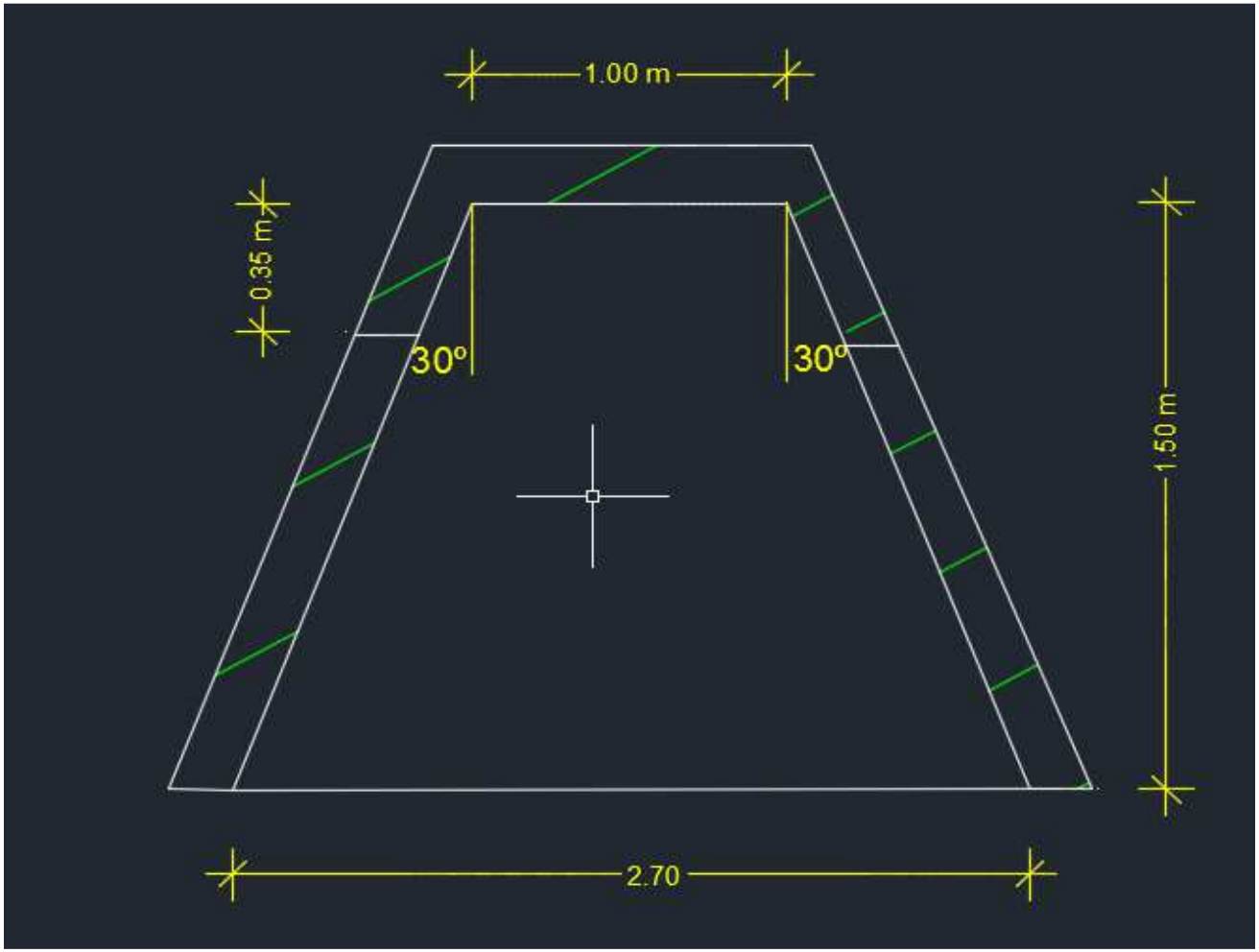

4.20
A
30º
30º
1.50
6.00


0.30
J %
Nivel de Subrasante
Estructura vial
0.60
Corona
1.00
0.45
Variable (Longitud Minima=Diámetro)
0.30
0.20

SECCION TIPICA ESTRUCTURA DE ENTRADA Y SALIDA

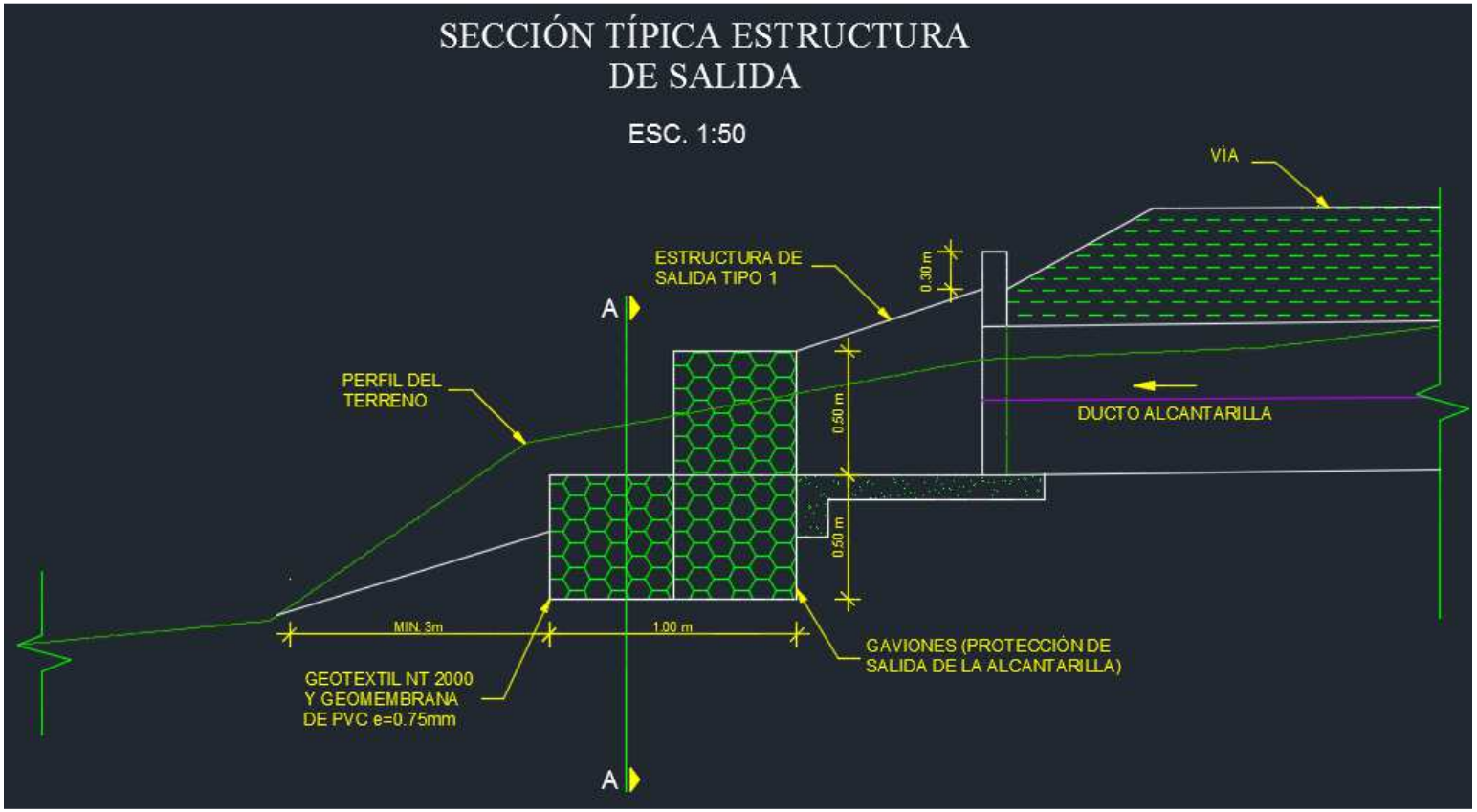



0.30
J %
Nivel de Subrasante
Estructura vial
0.60
Corona
1.00
0.45
Variable (Longitud Minima=Diámetro)
0.30
0.20


1.00 m
0.35 m
30°
30°
1.50 m
2.70

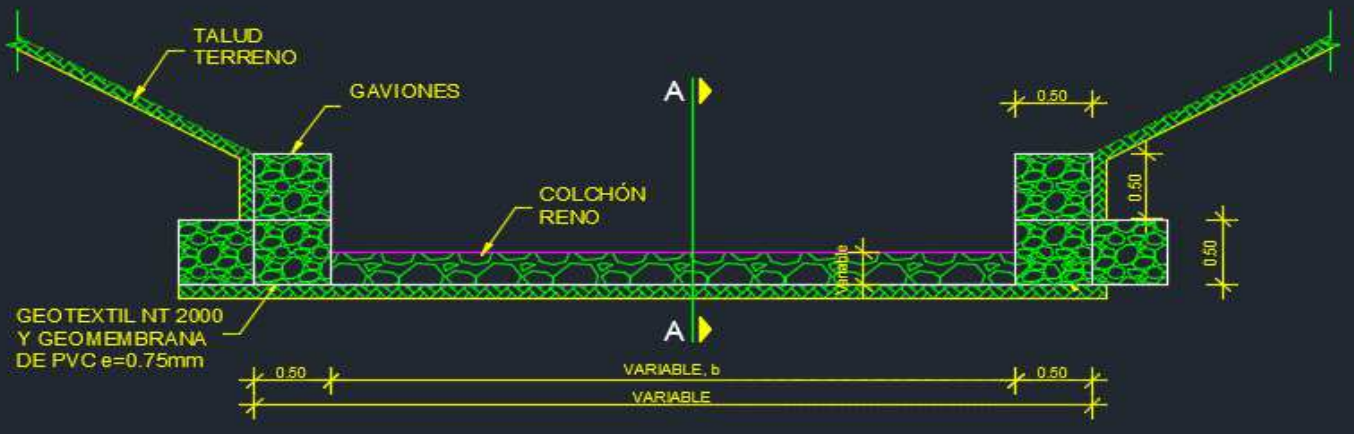
SECCIÓN TÍPICA ESTRUCTURA DE SALIDA

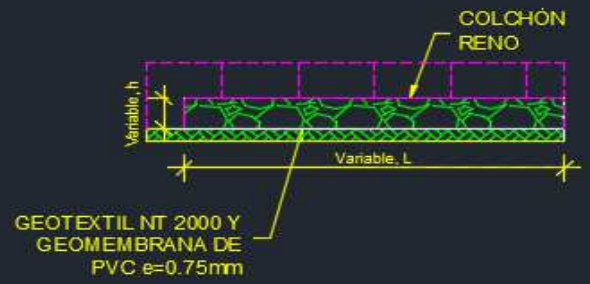
ESC. 1:50



CON COLCHÓN RENO

ESC. 1:40

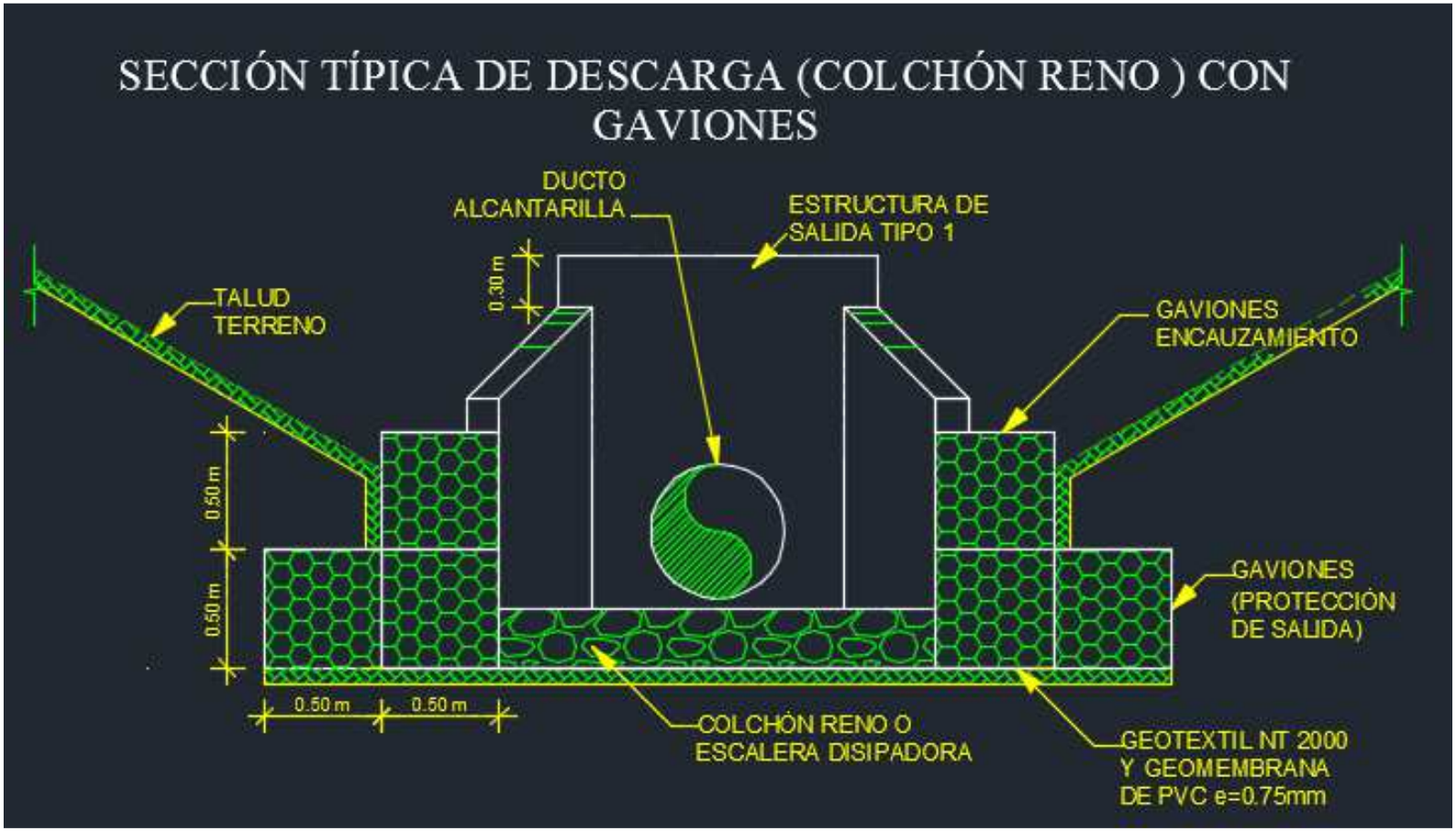




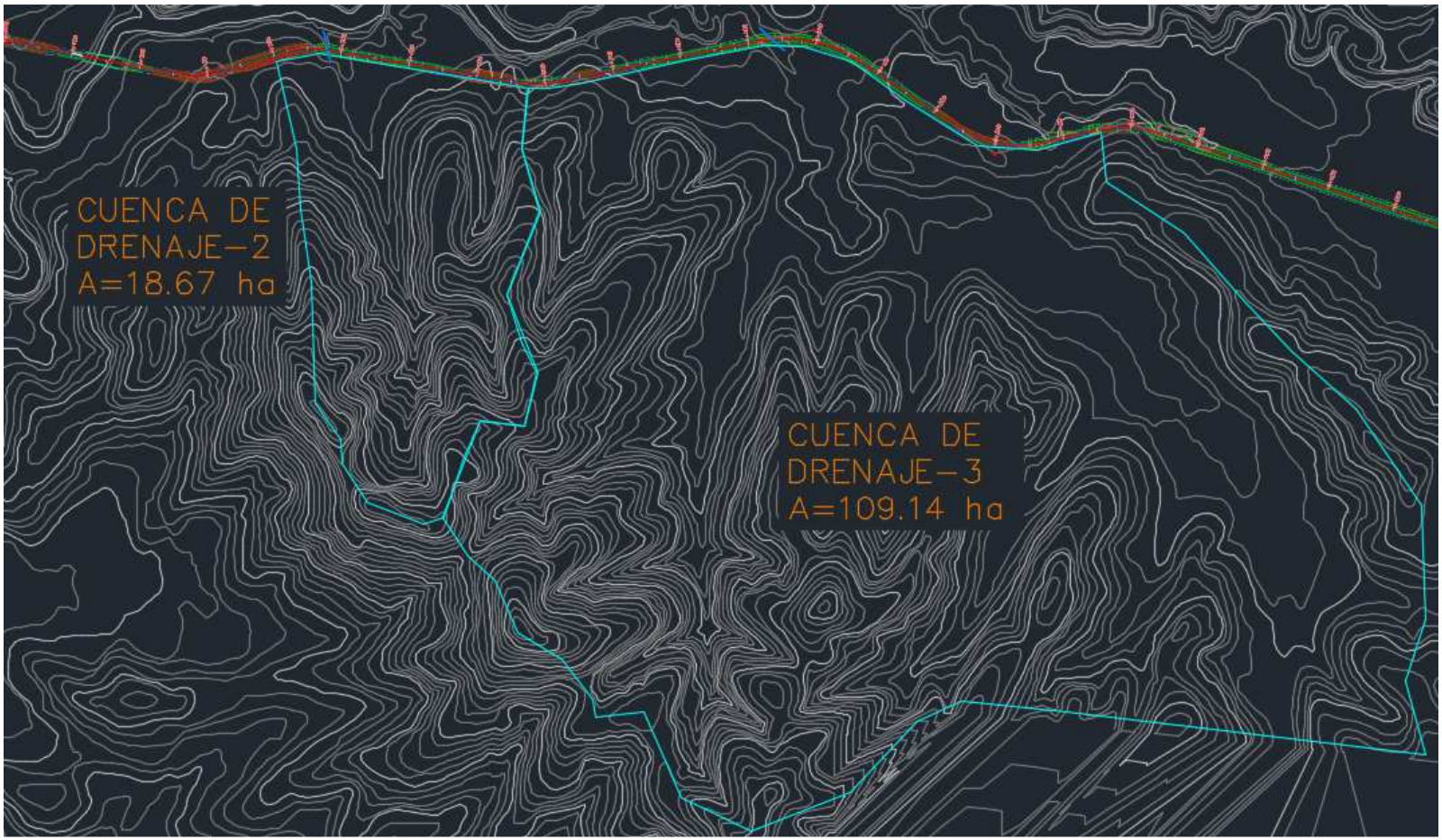
CORTE A-A

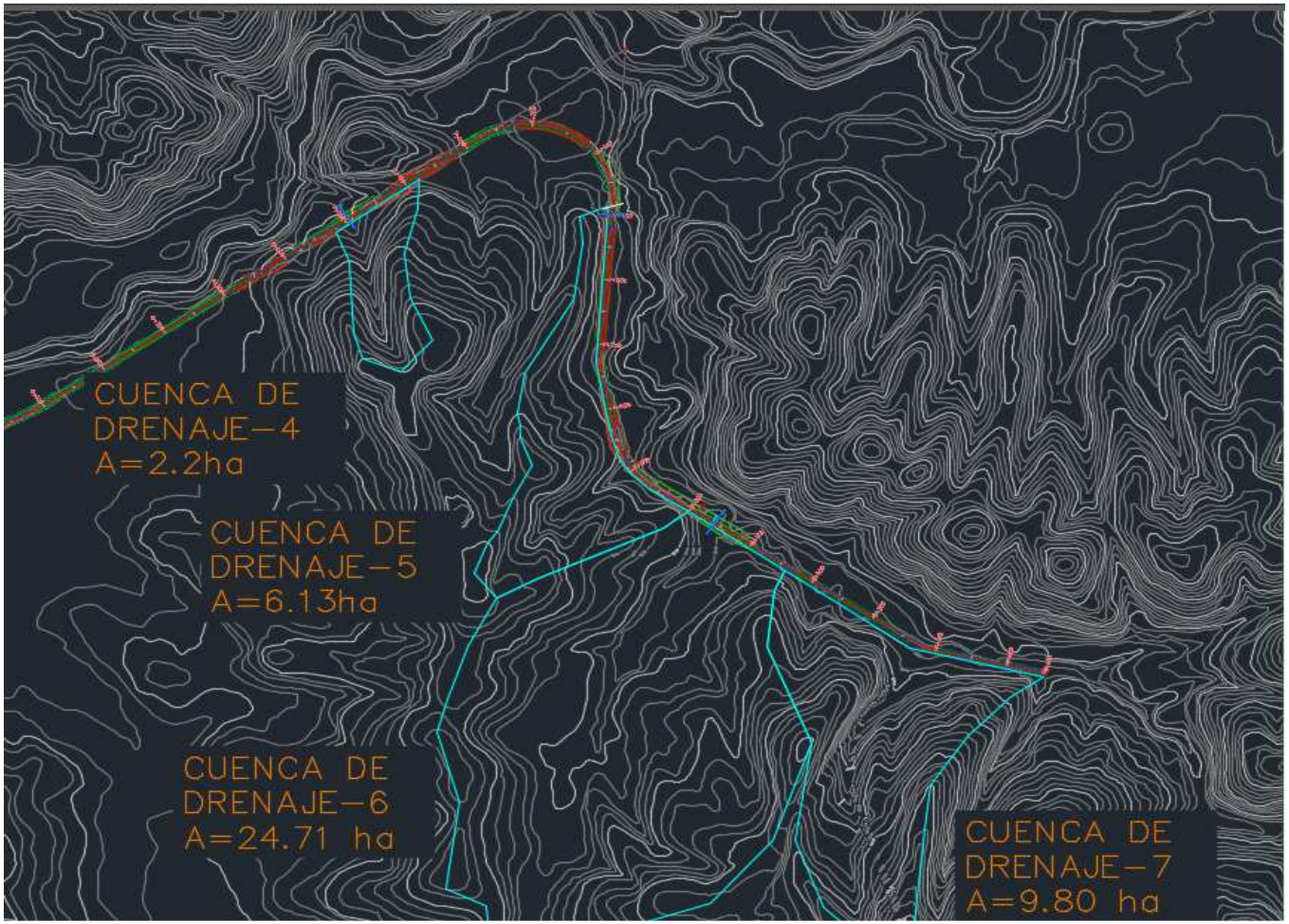
ESC. 1:40

SECCIÓN TÍPICA DE DESCARGA (COLCHÓN RENO) CON GAVIONES



CUENCAS DE DRENAJE


CUENCA DE
DRENAJE-2
A=18.67 ha
CUENCA DE
DRENAJE-3
A=109.14 ha


CUENCA DE
DRENAJE-4
A=2.2ha
CUENCA DE
DRENAJE-5
A=6.13ha
CUENCA DE
DRENAJE-6
A=24.71 ha
CUENCA DE
DRENAJE-7
A=9.80 ha

7. PUENTE

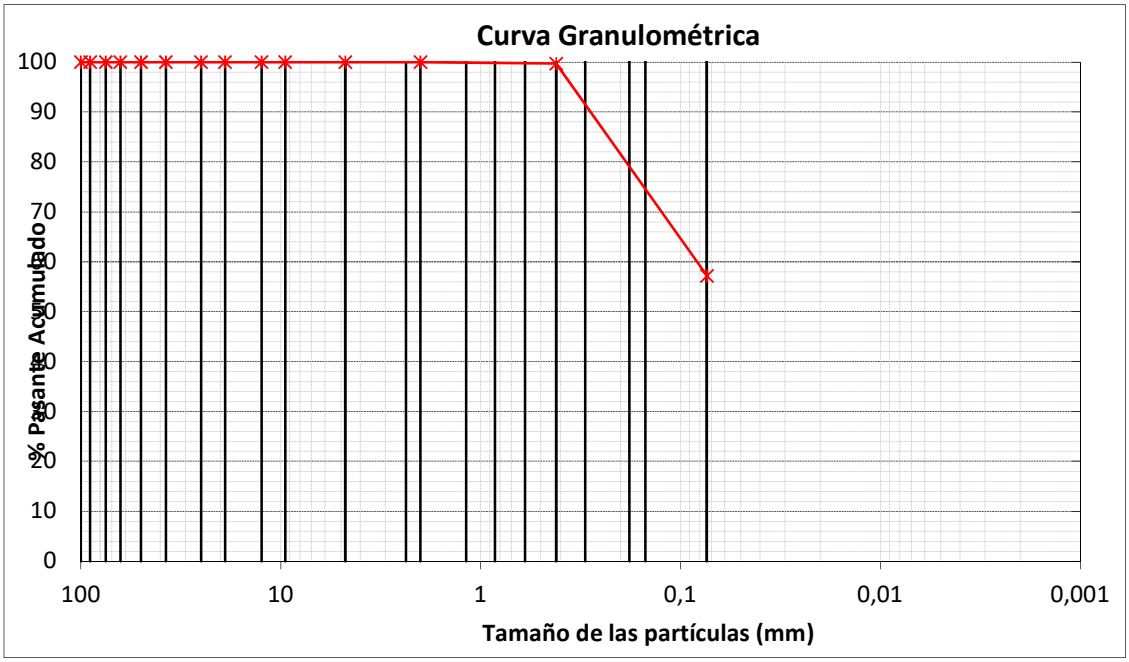
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO:
MUESTRA: 1
LOCALIZACION: SACACHUN - LA CIENEGA
PERFORACION: CAL-19
FECHA: 05-07-2016
PROFUNDIDAD: 0.50 m–1.5m
MATERIAL: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
COORDENADAS: 566873 E - 9746893N

GRANULOMETRIA

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
A.S.T.M.	mm					
4"	100.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3½"	90.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Pasa el No.4						
No.8	2.36					
No.10	2	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No.16	1.18					
No.20	0.84	0.10	0.10	0.11	0.11	99.89
No.30	0.6					
No.40	0.42	0.21	0.31	0.23	0.33	99.67
No.50	0.3					
No.80	0.18					
No.100	0.15	4.50	4.81	4.83	5.17	94.83
No.200	0.074	35.06	39.87	37.65	42.82	57.18
Pasa el No.200		53.25	93.12	57.18	100.00	0.00
Total		93.12		100.00		



Grava =	0.00	%	Arena =	42.82	%	Finos =	57.18

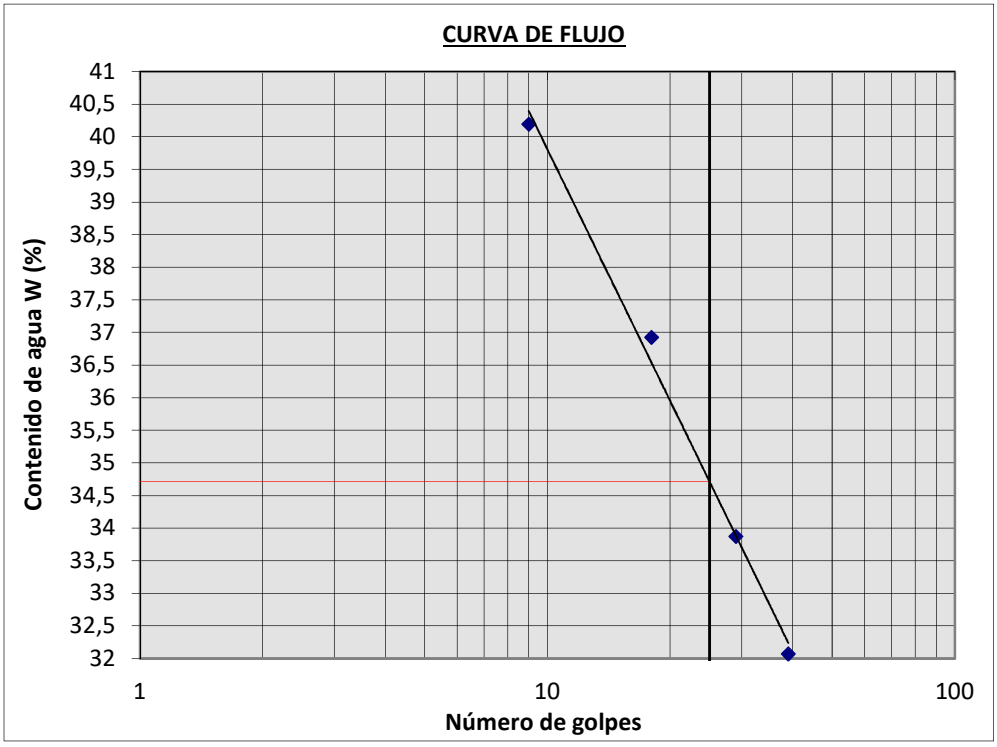
LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
ENSAYO No	1	2	3	4	1	2	3
CAPSULA No	128	133	106	112	128	134	2
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	35.95	34.82	33.49	33.36	32.17	31.50	32.09
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	34.29	33.45	32.44	32.43	31.81	31.19	31.77
PESO AGUA gr.	1.66	1.37	1.05	0.93	0.36	0.31	0.32
PESO DE LA CAPSULA gr.	30.16	29.74	29.34	29.53	29.47	29.17	29.58
PESO SUELO SECO gr.	4.13	3.71	3.10	2.90	2.34	2.02	2.19
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	40.19	36.93	33.87	32.07	15.38	15.35	14.61
NUMERO DE GOLPES	9	18	29	39			

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	11.07 **%**		
LIMITE LIQUIDO	34.71 **%**	**CLASIFICACION**	
LIMITE PLASTICO	14.98 **%**	**SUCS**	CL
INDICE DE PLASTICIDAD ..	19.73 **%**	**AASHTO**	A-6(7)

Observaciones:

Normas de Referencia:
ASTM D424
ASTM D1140
ASTM D421
ASTM D4318


CURVA DE FLUJO
Contenido de agua W (%)
41
40,5
40
39,5
39
38,5
38
37,5
37
36,5
36
35,5
35
34,5
34
33,5
33
32,5
32
1
10
100
Número de golpes

CARACTERIZACION Y ESTRATIGRAFIA DEL PUENTE

LABORATORIO - ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES

HOJA ESTRATIGRAFICA Y RESULTADOS DE ENSAYOS

NOMENCLATURA

W	HUMEDAD NATURAL	**qu**	COMPRESION SIMPLE
Wl	LIMITE LIQUIDO	**ε**	DEFORMACION UNIT.
Wp	LIMITE PLASTICO	**N**	NUMERO DE GOLPES
IP	INDICE PLASTICO	**S-3**	TUBO SHELBY
γ	DENSIDAD HÚMEDA		

SIMBOLOGIA

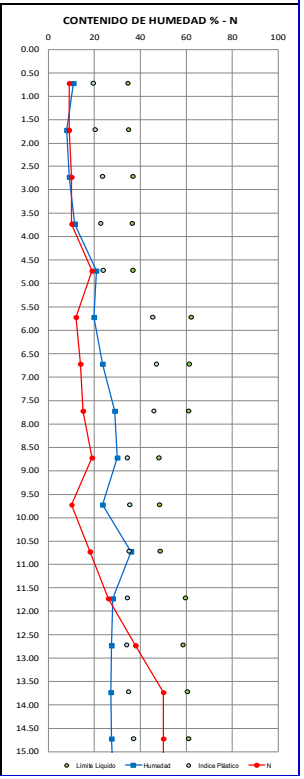
RELLENO
GRAVA
ARENA
ARCILLA
LIMO
ARENA DENSA
TURBA

PROYECTO: ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO REPRESA CIENEGA - ALTERNATIVA 1

LOCALIZACIÓN:
SONDEO № P-19
UBICACIÓN: CIENEGA
VERIFICADO POR: ING. JULIÁN CORONEL P.
NIVEL FREATICO: N/A
COTA T. NATURAL: m.s.n.m.
COORDENADAS UTM: 564981 E - 9747181 N

FECHA DE INICIO: May, 20 / 2016
FECHA TÉRMINO: May, 22 / 2016
HOJA № 1 de 2

PROF. M.	COTAS	N.F.	DESCRIPCION DE MATERIAL	ESTRATIGRAFIA	MUESTRA #	MUESTRA PROF.	SUCS	W %	Wl %	Wp %	IP %	γ T/m3	qu kg/cm2	ε %	# 4 %	# 10 %	# 40 %	# 200 %	MUESTREO TIPO	MUESTREO SPT	N
1			Arcilla de baja plasticidad con arena de consistencia suave, color café		1	0.50 - 0.95	CL	11.1	34.7	15.0	19.7				100.0	99.9	99.7	57.2	SPT	(2-3-6)	9
2					2	1.50 - 1.95	CL	7.9	35.0	14.7	20.4				100.0	100.0	99.9	87.8	SPT	(4-4-5)	9
3					3	2.50 - 2.95	CL	9.2	37.0	13.3	23.7				100.0	100.0	99.9	88.1	SPT	(4-5-5)	10
4					4	3.50 - 3.95	CL	11.6	36.6	13.8	22.9				100.0	100.0	95.1	69.7	SPT	(4-4-6)	10
5					5	4.50 - 4.95	CL	20.8	37.0	13.0	24.0				100.0	100.0	98.4	71.4	SPT	(5-9-10)	19
6			Arcilla de baja plasticidad arenosa de consistencia media, color café		6	5.50 - 5.95	CH	19.7	62.2	16.7	45.5				100.0	99.6	88.7	50.6	SPT	(4-5-7)	12
7					7	6.50 - 6.95	CH	23.6	61.5	14.3	47.2				100.0	99.3	96.9	69.3	SPT	(5-6-8)	14
8					8	7.50 - 7.95	CH	28.8	61.1	15.1	46.0				100.0	98.8	97.6	78.1	SPT	(5-7-9)	15
9			Arcilla de baja plasticidad con arena de consistencia media, color café		9	8.50 - 8.95	CL	30.1	48.4	13.9	34.5				99.9	99.4	98.2	80.5	SPT	(9-9-10)	19
10					10	9.50 - 9.95	CL	23.5	48.5	12.9	35.6				99.8	99.4	98.5	62.9	SPT	(7-8-10)	10
11					11	10.50 - 10.95	CL	35.9	48.7	13.3	35.4				100.0	99.6	98.3	90.4	SPT	(7-8-10)	18
12			Arcilla de alta plasticidad de consistencia dura, color gris. Descripción Geológica: Limolitas y lutitas meteorizadas		12	11.50 - 11.95	CH	28.1	59.9	25.5	34.5				100.0	98.8	97.0	95.9	SPT	(10-11-15)	26
13					13	12.50 - 12.95	CH	27.4	58.6	24.3	34.3				100.0	99.4	98.4	97.3	SPT	(14-16-22)	38
14					14	13.50 - 13.95	CH	27.1	60.6	25.6	35.1				100.0	98.4	97.7	97.1	SPT	(13-32-45)	50
15					15	14.50 - 14.95	CH	27.5	61.1	23.9	37.2				100.0	99.5	96.9	95.1	SPT	(15-33-47)	50



LABORATORIO - ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES

HOJA ESTRATIGRAFICA Y RESULTADOS DE ENSAYOS

NOMENCLATURA

W	HUMEDAD NATURAL	**qu**	COMPRESION SIMPLE
Wl	LIMITE LIQUIDO	**ε**	DEFORMACION UNIT.
Wp	LIMITE PLASTICO	**N**	NUMERO DE GOLPES
IP	INDICE PLASTICO	**S-3**	TUBO SHELBY
γ	DENSIDAD HÚMEDA		

SIMBOLOGIA

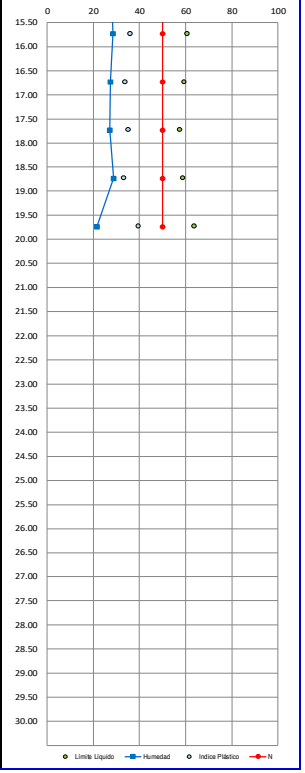
RELLENO
GRAVA
ARENA
ARCILLA
LIMO
ARENA DENSA
TURBA

PROYECTO: ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO REPRESA CIENEGA - ALTERNATIVA 1

LOCALIZACIÓN:
SONDEO № P-19
UBICACIÓN: CIENEGA
VERIFICADO POR: ING. JULIÁN CORONEL P.
NIVEL FREATICO: N/A
COTA T. NATURAL: m.s.n.m.
COORDENADAS UTM: 564981 E - 9747181 N

FECHA DE INICIO: May, 20 / 2016
FECHA TÉRMINO: May, 22 / 2016
HOJA № 2 de 2

PROF. M.	COTAS	N.F.	DESCRIPCION DE MATERIAL	ESTRATIGRAFIA	MUESTRA #	MUESTRA PROF.	SUCS	W %	Wl %	Wp %	IP %	γ T/m3	qu kg/cm2	ε %	# 4 %	# 10 %	# 40 %	# 200 %	MUESTREO TIPO	MUESTREO SPT	N
16			Arcilla de alta plasticidad de consistencia dura, color gris. Descripción Geológica: Limolitas y lutitas meteorizadas		16	15.50 - 15.95	CH	28.3	60.7	24.6	36.1				100.0	99.3	97.2	92.4	SPT	(18-29-48)	50
17					17	16.50 - 16.95	CH	27.4	59.4	25.5	34.0				100.0	99.1	98.2	96.5	SPT	(22-33-50)	50
18					18	17.50 - 17.95	CH	27.0	57.4	22.1	35.3				100.0	98.9	97.3	92.1	SPT	(50)	50
19					19	18.50 - 18.95	CH	28.6	58.8	25.5	33.3				100.0	99.6	97.7	95.5	SPT	(50)	50
20					20	19.50 - 19.95	CH	21.6	63.9	24.2	39.7				100.0	98.7	98.2	97.6	SPT	(50)	50
			FIN DE LA PERFORACIÓN 19.95m																		



Caracterización de Suelos

Proyecto: REPRESA CIENEGA

Perforación: P-19

Coordenadas UTM: 564981 E - 9747181 N

Localización: SANTA ELENA

Tipo de martillo (Ensayo SPT): Martillo de seguridad

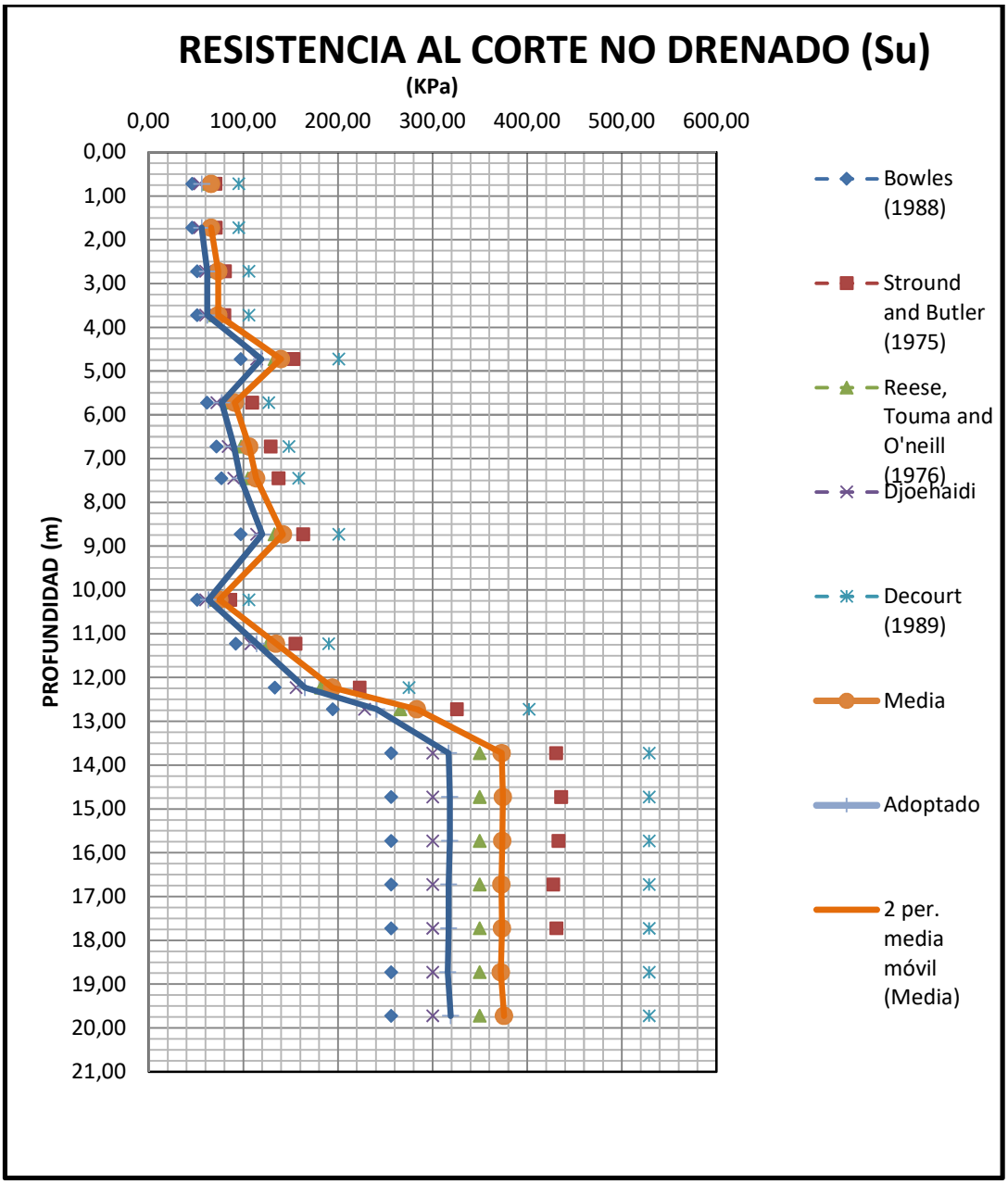
Profundidad de Perforación (m)	Clasificación de Suelo (SUCS)		N (ensayo SPT)	IP	N_{60}
0.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia muy firme, color café	CL	9	19.73	9
1.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia muy firme, color café	CL	9	20.35	9
2.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia muy firme, color café	CL	10	23.71	10
3.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia muy firme, color café	CL	10	22.87	10
4.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia muy firme, color café	CL	19	23.98	19
5.73	Arcilla de baja plasticidad arenosa, de consistencia dura color café	CH	12	45.48	12
6.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CH	14	47.20	14
7.45	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CH	15	46.01	15
8.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CL	19	34.47	19
10.23	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CL	10	35.59	10
11.23	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CL	18	35.35	18
12.23	Arcilla de alta plasticidad gravosa, de consistencia muy dura, color café	CH	26	34.45	26
12.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CH	38	34.30	38
13.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CH	50	35.08	50
14.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CH	50	37.22	50
15.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CH	50	36.09	50
16.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CH	50	33.96	50
17.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CH	50	35.31	50
18.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CH	50	33.32	50
19.73	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia dura color café	CH	50	39.66	50

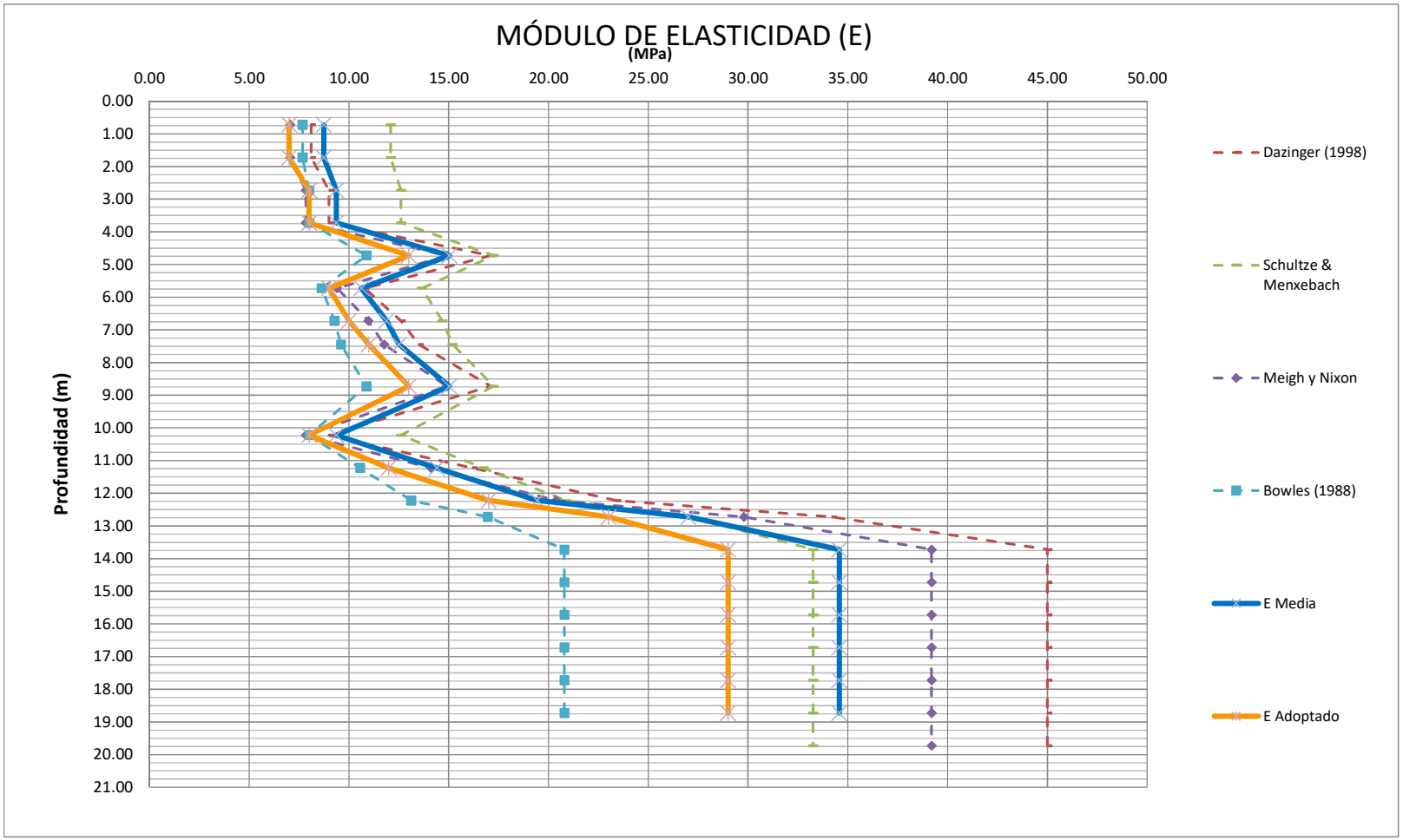
TABLA DE CORRELACIONES PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO (S_u)

SUCS		Bowles (1988) $Su = 5.124N_{60}$	Stround and Butler (1975) $Su = (6.857 - 0.05IP)N_{60}$	Reese, Touma and O'neill (1976 $Su = 7N_{60}$	Djoehaidi $Su = 6N_{60}$	Decourt (1989) $Su = 10.58N_{60}$	Media	Adoptado
	Profundidad(m)	Su(KPa)	Su(KPa)	Su(KPa)	Su(KPa)	Su(KPa)	Su(KPa)	Su(KPa)
CL	0.73	46.12	70.59	63.00	54.00	95.22	65.79	56.00
CL	1.73	46.12	70.87	63.00	54.00	95.22	65.84	56.00
CL	2.73	51.24	80.43	70.00	60.00	105.80	73.49	62.00
CL	3.73	51.24	80.01	70.00	60.00	105.80	73.41	62.00
CL	4.73	97.36	153.06	133.00	114.00	201.02	139.69	119.00
CH	5.73	61.49	109.57	84.00	72.00	126.96	90.80	77.00
CH	6.73	71.74	129.04	98.00	84.00	148.12	106.18	90.00
CH	7.45	76.86	137.36	105.00	90.00	158.70	113.58	97.00
CL	8.73	97.36	163.03	133.00	114.00	201.02	141.68	120.00
CL	10.23	51.24	86.37	70.00	60.00	105.80	74.68	63.00
CL	11.23	92.23	155.24	126.00	108.00	190.44	134.38	114.00
CH	12.23	133.22	223.07	182.00	156.00	275.08	193.87	165.00
CH	12.73	194.71	325.74	266.00	228.00	402.04	283.30	241.00
CH	13.73	256.20	430.55	350.00	300.00	529.00	373.15	317.00
CH	14.73	256.20	435.90	350.00	300.00	529.00	374.22	318.00
CH	15.73	256.20	433.08	350.00	300.00	529.00	373.66	318.00
CH	16.73	256.20	427.75	350.00	300.00	529.00	372.59	317.00
CH	17.73	256.20	431.13	350.00	300.00	529.00	373.27	317.00
CH	18.73	256.20	426.15	350.00	300.00	529.00	372.27	316.00
CH	19.73	256.20	442.00	350.00	300.00	529.00	375.44	319.00

CORRELACIONES DE MÓDULO DE ELASTICIDAD

SUCS		Dazinger (1998) $E\ (MPa) = 0{,}9\ N_{SPT}$	Schultze & Menxebach $E=5.27N+76$	Meigh y Nixon $E=8N$	Bowles (1988) $E = 0.32(N_{60} + 15)$	E Media	E Adoptado
	Profundidad(m)	E (Mpa)	E (Mpa)	E (Mpa)	E (Mpa)	E (MPa)	E (MPa)
CL	0.73	8.10	12.10	7.06	7.68	8.73	7.00
CL	1.73	8.10	12.10	7.06	7.68	8.73	7.00
CL	2.73	9.00	12.61	7.84	8.00	9.36	8.00
CL	3.73	9.00	12.61	7.84	8.00	9.36	8.00
CL	4.73	17.10	17.26	14.90	10.88	15.03	13.00
CL	5.73	10.80	13.65	9.41	8.64	10.62	9.00
CL	6.73	12.60	14.68	10.98	9.28	11.88	10.00
CL	7.45	13.50	15.19	11.76	9.60	12.51	11.00
CL	8.73	17.10	17.26	14.90	10.88	15.03	13.00
CL	10.23	9.00	12.61	7.84	8.00	9.36	8.00
CL	11.23	16.20	16.74	14.11	10.56	14.40	12.00
CL	12.23	23.40	20.88	20.38	13.12	19.44	17.00
CL	12.73	34.20	27.07	29.79	16.96	27.01	23.00
CL	13.73	45.00	33.27	39.20	20.80	34.57	29.00
CL	14.73	45.00	33.27	39.20	20.80	34.57	29.00
CL	15.73	45.00	33.27	39.20	20.80	34.57	29.00
CL	16.73	45.00	33.27	39.20	20.80	34.57	29.00
CL	17.73	45.00	33.27	39.20	20.80	34.57	29.00
CL	18.73	45.00	33.27	39.20	20.80	34.57	29.00
CL	19.73	45.00	33.27	39.20	20.80	34.57	29.00


RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO (Su)
(KPa)
0,00
100,00
200,00
300,00
400,00
500,00
600,00
PROFUNDIDAD (m)
0,00
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
6,00
7,00
8,00
9,00
10,00
11,00
12,00
13,00
14,00
15,00
16,00
17,00
18,00
19,00
20,00
21,00
Bowles (1988)
Stround and Butler (1975)
Reese, Touma and O'neill (1976)
Djoehaidi
Decourt (1989)
Media
Adoptado
2 per. media móvil (Media)


MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)
(MPa)
0.00
5.00
10.00
15.00
20.00
25.00
30.00
35.00
40.00
45.00
50.00
Profundidad (m)
0.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
15.00
16.00
17.00
18.00
19.00
20.00
21.00
Dazinger (1998)
Schultze & Menxebach
Meigh y Nixon
Bowles (1988)
E Media
E Adoptado

ANALISIS DE ESTRIBOS

Justine Bravo; Eduardo Jalón

Spread footing verification

Input data

Project

Task : Proyecto Materia Integradora
Descript. : Estribo del puente sobre el Rio Jurja
Author : Justine Bravo; Eduardo Jalón
Date : 08/08/2016

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]	γ_{su} [kN/m^3]	δ [°]
1	Relleno		30.00	0.00	15.00	5.50	
2	Arcilla 1		1.00	60.00	20.00	10.00	
3	Arcilla 2		1.00	90.00	20.00	10.00	
4	Arcilla 3		1.00	100.00	20.00	10.00	
5	Arcilla 4		1.00	315.00	20.00	10.00	

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters

Relleno

Unit weight : γ = 15.00 kN/m^3
Angle of internal friction : φ_{ef} = 30.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 0.00 kPa
Oedometric modulus : E_{oed} = 14.00 MPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 15.50 kN/m^3

Arcilla 1

Unit weight : γ = 20.00 kN/m^3
Angle of internal friction : φ_{ef} = 1.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 60.00 kPa
Oedometric modulus : E_{oed} = 7.00 MPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

Arcilla 2

Unit weight : γ = 20.00 kN/m^3
Angle of internal friction : φ_{ef} = 1.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 90.00 kPa
Oedometric modulus : E_{oed} = 10.00 MPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

Arcilla 3

Unit weight : γ = 20.00 kN/m^3
Angle of internal friction : φ_{ef} = 1.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 100.00 kPa
Oedometric modulus : E_{oed} = 12.00 MPa

[Geo 5 - Spread footing (demoversion) | version 5.9.14.0 | Copyright (c) FINE Ltd. 2000 | www.finesoftware.eu]

demoversion

Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

Arcilla 4

Unit weight :	γ =	20.00 kN/m^3
Angle of internal friction :	φ_{ef} =	1.00 °
Cohesion of soil :	c_{ef} =	315.00 kPa
Oedometric modulus :	E_{oed} =	29.00 MPa
Saturated unit weight :	γ_{sat} =	20.00 kN/m^3

Foundation

Foundation type: concentric spread footing

Depth from ground surface	h_z =	8.00 m
Depth of footing bottom	d =	4.60 m
Foundation thickness	t =	1.00 m
Incl. of finished grade	s_1 =	0.00 °
Incl. of footing bottom	s_2 =	0.00 °

Unit weight of soil above foundation = 24.00 kN/m^3

Geometry of structure

Foundation type: concentric spread footing

Spread footing length	x =	5.00 m
Spread footing width	y =	10.00 m
Column width in the direction of x	c_x =	1.00 m
Column width in the direction of y	c_y =	9.00 m
Spread footing volume	=	50.00 m^3

Material of structure

Unit weight γ = 23.00 kN/m^3
Analysis of concrete structures carried out according to the standard ACI 31802.

Concrete : Concrete ACI

Compressive strength	f_c =	20.68 MPa
Tensile strength	f_r =	2.83 MPa
Elastic modulus	E_c =	21525.42 MPa

Longitudinal steel : A615/40

Tensile strength	f_y =	275.79 MPa
Elastic modulus	E_s =	199947.90 MPa

Transverse steel: A615/40

Geological profile and assigned soils

No.	Layer [m]	Assigned soil	Pattern
1	3.70	Relleno	
2	5.00	Arcilla 1	
3	3.00	Arcilla 2	
4	3.00	Arcilla 3	
5	9.00	Arcilla 4	

[Geo 5 - Spread footing (demoversion) | version 5.9.14.0 | Copyright (c) FINE Ltd. 2009 | www.finesoftware.eu]
demoversion

No.	Layer [m]	Assigned soil	Pattern
6	-	Arcilla 4	

Load

No.	Load new	Load change	Name	Type	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	YES		Carga muerta	Design	2200.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	YES		Carga Viva	Design	3253.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	YES		Carga muerta - service	Service	1833.33	0.00	0.00	0.00	0.00
4	YES		Carga Viva - service	Service	2710.83	0.00	0.00	0.00	0.00

Analysis settings

Type of analysis - Analysis for drained conditions
Analysis of vertical bearing capacity - Standard approach
Analysis of settlement - Analysis using oedometric modulus (CSN 73 1001)
Bounding of influence zone - by percentage of Sigma,Or
Coeff. of bounding of influence zone = 10.00 %
Analysis carried out according to classical theory (safety factor)

Factor of safety - vertical bearing capacity = 1.50
Factor of safety - horizontal bearing capacity = 1.50

Verification No. 1

Analysis of bearing capacity - partial results

ϕ_d = 1.000 °
c_d = 84.861 kPa
γ_{1avg} = 19.674 kN/m^3
γ_{1avg} = 20.000 kN/m^3
b_{ef} = 5.000 m
N_d = 1.094
N_c = 5.142
N_b = 0.002
s_d = 1.009
s_c = 1.100
s_b = 0.850
d_d = 1.000
d_c = 1.096
d_b = 1.000
i_d = 1.000
i_c = 1.000
i_b = 1.000
b_d = 1.000
b_c = 1.000
b_b = 1.000
g_d = 1.000
g_c = 1.000
g_b = 1.000
R_d = 625.951 kPa

demoversion

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.
Computed weight of spread footing G = 1150.00 kN
Computed weight of overburden Z = 3542.40 kN

Vertical bearing capacity check

Shape of contact stress : rectangle
Parameters of slip surface below foundation:
Depth of slip surface z_{sp} = 3.62 m
Length of slip surface l_{sp} = 7.73 m

Design bearing capacity of found.soil R_d = 625.95 kPa
Extreme contact pressure σ = 158.91 kPa

Factor of safety = 3.94 > 1.50
Bearing capacity in the vertical direction is SATISFACTORY

Horizontal bearing capacity check

Earth resistance: at rest
Design magnitude of earth resistance S_{pd} = 790.95 kN
Friction angle foundation-footing bottom ψ = 1.00 °
Cohesion foundation-footing bottom a = 60.00 kPa

Horizontal bearing capacity R_{dh} = 3911.26 kN
Extreme horizontal force H = 0.00 kN

Factor of safety = 1000.00 > 1.50
Bearing capacity in the horizontal direction is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation is SATISFACTORY

Verification No. 1

Settlement and rotation of foundation - input data

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.
Analysis carried out with accounting for coefficient κ_1 (influence of foundation depth).
Stress at the footing bottom considered from the finished grade.

Computed weight of spread footing G = 1150.00 kN
Computed weight of overburden Z = 3542.40 kN

Settlement and rotation of foundation - partial results

Layer No.	Start pt. [m]	End pt. [m]	Thickness [m]	E_{def} [MPa]	σ_{or} [kPa]	$\Delta\sigma_z$ [kPa]	Settlement [mm]
1	8.00	8.05	0.05	4.89	142.00	57.66	0.41
2	8.05	8.10	0.05	4.89	143.00	57.58	0.41
3	8.10	8.15	0.05	4.89	144.00	57.33	0.41
4	8.15	8.20	0.05	4.89	145.00	56.85	0.41
5	8.20	8.25	0.05	4.89	146.00	56.10	0.40
6	8.25	8.30	0.05	4.89	147.00	55.27	0.39
7	8.30	8.40	0.10	4.89	148.50	53.42	0.76
8	8.40	8.50	0.10	4.89	150.50	50.71	0.72
9	8.50	8.60	0.10	4.89	152.50	48.09	0.69
10	8.60	8.70	0.10	4.89	154.50	45.62	0.65
11	8.70	8.80	0.10	6.99	156.50	43.09	0.43
12	8.80	8.90	0.10	6.99	158.50	40.44	0.40

[Geo 5 - Spread footing (demoversion) | version 5.9.14.0 | Copyright (c) FINE Ltd. 2009 | www.finesoftware.eu]

demoversion

Layer No.	Start pt. [m]	End pt. [m]	Thickness [m]	E_{def} [MPa]	σ_{or} [kPa]	$\Delta\sigma_z$ [kPa]	Settlement [mm]
13	8.90	9.15	0.25	6.99	162.00	37.03	0.93
14	9.15	9.40	0.25	6.99	167.00	33.33	0.83
15	9.40	9.65	0.25	6.99	172.00	30.37	0.76
16	9.65	9.90	0.25	6.99	177.00	27.95	0.70
17	9.90	10.15	0.25	6.99	182.00	25.87	0.65
18	10.15	10.40	0.25	6.99	187.00	23.93	0.60
19	10.40	10.90	0.50	6.99	194.50	21.67	1.08
20	10.90	10.97	0.07	6.99	200.17	20.23	0.02

Settlement of mid point of edge x - 1 = 7.0 mm
Settlement of mid point of edge x - 2 = 7.0 mm
Settlement of mid point of edge y - 1 = 9.6 mm
Settlement of mid point of edge y - 2 = 9.6 mm
Settlement of foundation centre point = 19.1 mm
Settlement of characteristic point = 11.7 mm

(1-max.compressed edge; 2-min.compressed edge)

Settlement and rotation of foundation - results

Foundation stiffness:
Computed weighted average modulus of deformation E_{def} = 6.65 MPa
Foundation in the longitudinal direction is rigid (k=34.87)
Foundation in the direction of width is rigid (k=4.36)

Overall settlement and rotation of foundation:
Foundation settlement = 11.7 mm
Depth of influence zone = 2.97 m

Rotation in direction of x = 0.000 (tan*1000)
Rotation in direction of y = 0.000 (tan*1000)

demoversion

8. IMPACTO AMBIENTAL

FASE DE CONSTRUCCION

MATRIZ INTENSIDAD

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	10	8	9	9	0	10	0	10	5	0
	COLOCACIÓN DE EJE Y LATERALES PARA MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CORTE Y RELLENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	6	5	5	5	0	3	0	3	3	0
	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS PVC Y ALCANTARILLAS	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	4	0
	RELLENO	0	0	2	1	2	3	0	0	0	0	5	0
	COMPACTACIÓN	0	0	2	3	0	4	0	0	0	0	5	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	6	3	4	0	0	0	0	3	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	0	4	0	3	0	0	0	0	3	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	2	3	0	4	0	0	0	0	5	0
	COLOCACIÓN DE SUB-BASE	0	0		3	4	3	0	0	0	0	3	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	4	0
	RIEGO DE MATERIAL DE SUB-BASE	0	0	0	4	5	4	0	0	0	0	5	0
	COMPACTACIÓN DE SUB-BASE	0	0	2	3	0	4	0	0	0	0	5	0
	ENCOFRADO DE CUNETAS	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0
	IMPRIMACION ASFALTICA	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	FUNDICIÓN DE CUNETAS	0	0	5	0	5	5	0	0	0	0	5	0
	COLOCACION DE ESTRIBOS	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	5	0
	COLOCACION DE VIGAS	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	5	0
	COLOCACION DE TABLERO	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	5	0
	FUNDICION DE CARPETA ASFALTICA	0	0	0	4	4	5	0	0	0	0	5	0
	COLOCACION BARRERAS NEW JERSEYS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0
	PINTURA Y ACABADO	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0

MATRIZ DE EXTENSIÓN

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	5	5	5	5	0	5	0	5	5	0
	COLOCACIÓN DE EJE Y LATERALES PARA MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CORTE Y RELLENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	5	5	5	5	0	5	0	5	5	0
	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS PVC Y ALCANTARILLAS	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	5	0
	RELLENO	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	COMPACTACIÓN	0	0	5	5	0	5	0	0	0	0	5	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	5	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	5	5	0	5	0	0	0	0	5	0
	COLOCACIÓN DE SUB-BASE	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	RIEGO DE MATERIAL DE SUB-BASE	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	COMPACTACIÓN DE SUB-BASE	0	0	5	5	0	5	0	0	0	0	5	0
	ENCOFRADO DE CUNETAS	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0
	IMPRIMACION ASFALTICA	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	FUNDICIÓN DE CUNETAS	0	0	5	0	5	5	0	0	0	0	5	0
	COLOCACION DE ESTRIBOS	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	5	0
	COLOCACION DE VIGAS	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	5	0
	COLOCACION DE TABLERO	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	5	0
	FUNDICION DE CARPETA ASFALTICA	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	COLOCACION BARRERAS NEW JERSEYS	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0
	PINTURA Y ACABADO	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0

MATRIZ DE DURACIÓN

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
	COLOCACIÓN DE EJE Y LATERALES PARA MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CORTE Y RELLENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS PVC Y ALCANTARILLAS	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	RELLENO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE SUB-BASE	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE SUB-BASE	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE SUB-BASE	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	ENCOFRADO DE CUNETAS	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	IMPRIMACION ASFALTICA	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	FUNDICIÓN DE CUNETAS	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE ESTRIBOS	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE VIGAS	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE TABLERO	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	FUNDICION DE CARPETA ASFALTICA	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION BARRERAS NEW JERSEYS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	PINTURA Y ACABADO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0

MATRIZ SIGNO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	1	0
	COLOCACIÓN DE EJE Y LATERALES PARA MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CORTE Y RELLENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	1	0
	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS PVC Y ALCANTARILLAS	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0
	RELLENO	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE SUB-BASE	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE SUB-BASE	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE SUB-BASE	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0
	ENCOFRADO DE CUNETAS	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	0
	IMPRIMACION ASFALTICA	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	FUNDICIÓN DE CUNETAS	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE ESTRIBOS	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE VIGAS	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE TABLERO	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	1	0
	FUNDICION DE CARPETA ASFALTICA	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION BARRERAS NEW JERSEYS	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0
	PINTURA Y ACABADO	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	0

MATRIZ DE MAGNITUD DE IMPACTO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	-8.6	-7	-7.8	-7.8	0	-8.6	0	-8.6	4.6	0
	COLOCACIÓN DE EJE Y LATERALES PARA MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CORTE Y RELLENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	-5.4	-4.6	-4.6	-4.6	0	-3	0	-3	3	0
	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS PVC Y ALCANTARILLAS	0	0	0	-3.8	0	-3.8	0	0	0	0	3.8	0
	RELLENO	0	0	-2.2	-1.4	-2.2	-3	0	0	0	0	4.6	0
	COMPACTACIÓN	0	0	-2.2	-3	0	-3.8	0	0	0	0	4.6	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	-5.4	-3	-3.8	0	0	0	0	3	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	0	-3.8	0	-3	0	0	0	0	3	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	-2.2	-3	0	-3.8	0	0	0	0	4.6	0
	COLOCACIÓN DE SUB-BASE	0	0	0	-3	-3.8	-3	0	0	0	0	3	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	0	0	0	0	3.8	0
	RIEGO DE MATERIAL DE SUB-BASE	0	0	0	-3.8	-4.6	-3.8	0	0	0	0	4.6	0
	COMPACTACIÓN DE SUB-BASE	0	0	-2.2	-3	0	-3.8	0	0	0	0	4.6	0
	ENCOFRADO DE CUNETAS	0	0	0	-2.2	0	0	0	0	0	0	4.6	0
	IMPRIMACION ASFALTICA	0	0	0	-4.6	-4.6	-4.6	0	0	0	0	4.6	0
	FUNDICIÓN DE CUNETAS	0	0	-4.6	0	-4.6	-4.6	0	0	0	0	4.6	0
	COLOCACION DE ESTRIBOS	0	0	-4.6	-4.6	-4.6	0	0	0	0	0	4.6	0
	COLOCACION DE VIGAS	0	0	0	-4.6	-4.6	0	0	0	0	0	4.6	0
	COLOCACION DE TABLERO	0	0	0	-3.8	-3.8	0	0	0	0	0	4.6	0
	FUNDICION DE CARPETA ASFALTICA	0	0	0	-3.8	-3.8	-4.6	0	0	0	0	4.6	0
	COLOCACION BARRERAS NEW JERSEYS	0	0	0	0	-1.4	0	0	0	0	0	4.6	0
	PINTURA Y ACABADO	0	0	0	0	0	-4.6	0	0	0	0	4.6	0

MATRIZ REVERSABILIDAD

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
	COLOCACIÓN DE EJE Y LATERALES PARA MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CORTE Y RELLENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS PVC Y ALCANTARILLAS	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	RELLENO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE SUB-BASE	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE SUB-BASE	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE SUB-BASE	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	ENCOFRADO DE CUNETAS	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	IMPRIMACION ASFALTICA	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	FUNDICIÓN DE CUNETAS	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE ESTRIBOS	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE VIGAS	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE TABLERO	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	FUNDICION DE CARPETA ASFALTICA	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION BARRERAS NEW JERSEYS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	PINTURA Y ACABADO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0

MATRIZ RIESGOS

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	10	10	10	10	0	10	0	10	1	0
	COLOCACIÓN DE EJE Y LATERALES PARA MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CORTE Y RELLENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	10	5	5	5	0	5	0	5	1	0
	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS PVC Y ALCANTARILLAS	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	RELLENO	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE SUB-BASE	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	1	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE SUB-BASE	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE SUB-BASE	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	ENCOFRADO DE CUNETAS	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	IMPRIMACION ASFALTICA	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	1	0
	FUNDICIÓN DE CUNETAS	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE ESTRIBOS	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE VIGAS	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION DE TABLERO	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	FUNDICION DE CARPETA ASFALTICA	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACION BARRERAS NEW JERSEYS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	PINTURA Y ACABADO	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	0

VALORACION DE IMPACTO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	N	N	A	A	A	A	N	A	N	A	B	N
	COLOCACIÓN DE EJE Y LATERALES PARA MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CORTE Y RELLENO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	N	N	M	M	M	M	N	B	N	B	B	N
	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS PVC Y ALCANTARILLAS	N	N	N	B	N	B	N	N	N	N	B	N
	RELLENO	N	N	B	B	B	B	N	N	N	N	B	N
	COMPACTACIÓN	N	N	B	B	N	B	N	N	N	N	B	N
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	N	N	N	B	B	B	N	N	N	N	B	N
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	N	N	N	B	N	B	N	N	N	N	B	N
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	N	N	B	B	N	B	N	N	N	N	B	N
	COLOCACIÓN DE SUB-BASE	N	N	N	B	M	B	N	N	N	N	B	N
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	N	N	B	B	B	B	N	N	N	N	B	N
	RIEGO DE MATERIAL DE SUB-BASE	N	N	N	B	B	B	N	N	N	N	B	N
	COMPACTACIÓN DE SUB-BASE	N	N	B	B	N	B	N	N	N	N	B	N
	ENCOFRADO DE CUNETAS	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	B	N
	IMPRIMACION ASFALTICA	N	N	N	M	M	M	N	N	N	N	B	N
	FUNDICIÓN DE CUNETAS	N	N	B	N	B	B	N	N	N	N	B	N
	COLOCACION DE ESTRIBOS	N	N	M	M	M	N	N	N	N	N	B	N
	COLOCACION DE VIGAS	N	N	N	B	B	N	N	N	N	N	B	N
	COLOCACION DE TABLERO	N	N	N	B	B	N	N	N	N	N	B	N
	FUNDICION DE CARPETA ASFALTICA	N	N	N	B	B	B	N	N	N	N	B	N
	COLOCACION BARRERAS NEW JERSEYS	N	N	N	N	B	N	N	N	N	N	B	N
	PINTURA Y ACABADO	N	N	N	N	N	M	N	N	N	N	B	N

FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

MATRIZ INTENSIDAD

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	7	3	8	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	5	6	6	0	0	0	0	8	10
	LIMPIEZA DE CUNETAS	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	9	10
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	0	0	0	4	0	5	0	0	0	0	8	10
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	8	7	6	0	0	0	0	5	10

MATRIZ DE EXTENSION

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	5
	LIMPIEZA DE CUNETAS	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	5
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	5	5
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	5

MATRIZ DE DURACION

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE CUNETAS	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1

MATRIZ SIGNO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE CUNETAS	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	1	1
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	1

MATRIZ DE MAGNITUD DE IMPACTO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	-7.15	-4.35	-7.85	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.85	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	-4.4	-5.1	-5.1	0	0	0	0	6.5	7.9
	LIMPIEZA DE CUNETAS	0	0	0	0	-5.05	0	0	0	0	0	7.2	7.9
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	0	0	0	-3.7	0	-4.4	0	0	0	0	6.5	7.9
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	-6.5	-5.8	-5.1	0	0	0	0	4.4	7.9

MATRIZ DE REVERSABILIDAD

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE CUNETAS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1

MATRIZ RIESGO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	10	5	10	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	5	1	10	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE CUNETAS	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	1	1
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	1	1

VALORACIÓN DE IMPACTO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	N	N	N	M	B	M	N	N	N	N	N	N
	SEÑALIZACIÓN	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	M	N
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	N	N	N	B	B	M	N	N	N	N	B	M
	LIMPIEZA DE CUNETAS	N	N	N	N	M	N	N	N	N	N	M	M
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	N	N	N	B	N	B	N	N	N	N	B	M
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	N	N	N	M	M	M	N	N	N	N	B	M

9. APU

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	1.1				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Construcciones provisionales (Bodega, guardiania, oficina)				**RENDIMIENTO:**	0.35
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO HORA C= A*B**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=C*R**
Herramienta menor						0.42
Compactador de plancha		1.00	1.75	1.75	0.35	0.61
SUBTOTAL (M)						1.03
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	**CATEGORÍA**	**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C= A*B**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=C*R**
Maestro de obra	C2	0.50	3.36	1.68	0.350	0.59
Albañil	D2	1.00	3.17	3.17	0.350	1.11
Carpintero	D2	3.00	3.17	9.51	0.350	3.33
Peón	E2	3.00	3.13	9.39	0.350	3.29
SUBTOTAL (N)						8.31
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**UNITARIO B**	**COSTO C=A*B**
Cuartones			u	2.00	4.20	8.40
Tiras			u	1.50	1.00	1.50
Plywood (cat. C) 12mm			u	0.40	26.66	10.66
Clavos 2-1/2"			lb	0.15	0.98	0.15
Cemento Portland tipo IP			saco	0.50	7.95	3.98
Arena gruesa			m3	0.04	11.20	0.45
Piedra triturada			m3	0.10	8.98	0.90
Zinc 12´			u	0.50	12.23	6.12
Bisagras			u	0.01	0.75	0.01
Aldaba			u	0.01	1.52	0.02
SUBTOTAL O						32.17
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=A*B**
Transporte de materiales			Global	1.00	0.07	0.07
SUBTOTAL (P)						0.07
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**41.58**
Nota: estos precios no incluyen IVA		**INDIRECTOS Y UTILIDADES**			20.00%	8.32
Guayaquil, 13 de Agosto del 2016		**OTROS INDIRECTOS**				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				49.90
		VALOR OFERTADO ($)				**49.90**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	1.20				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Instalación eléctrica provisional				**RENDIMIENTO:**	4.45
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO HORA C= A*B**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=C*R**
Herramienta menor						6.35
SUBTOTAL (M)						6.35
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	**CATEGORÍA**	**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C= A*B**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=C*R**
Maestro de obra	C2	1.00	3.36	3.36	4.450	14.95
Electricista	D2	2.00	3.17	6.34	4.450	28.21
Ayudante	D2	2.00	3.17	6.34	4.450	28.21
Peón	E2	4.00	3.13	12.52	4.450	55.71
SUBTOTAL (N)						127.09
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**UNITARIO B**	**COSTO C=A*B**
Breaker 1 polo 16-40 amperios			u	1.00	8.25	8.25
Plywood (cat. C) 12mm			u	0.10	26.66	2.67
Disyuntor 1p-20A			u	1.00	8.47	8.47
Cable #8			m	2.00	1.34	2.68
Cable # 12			m	2.00	0.50	1.00
Piezas (Interruptores, tomas, boquillas)			u	3.00	2.00	6.00
Accesorios (grapas)			u	5.00	0.25	1.25
Luminaria (focos)			u	6.00	0.70	4.20
SUBTOTAL O						34.52
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=A*B**
						0.00
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**167.96**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	33.59
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				201.55
		VALOR OFERTADO ($)				**201.55**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	1.3				**UNIDAD:**	U
DETALLE	INSTALACION AAPP PROVISIONAL				**RENDIMIENTO:**	0.30
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO HORA C= A*B**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=C*R**
Herramienta menor		1.00	0.31	0.31	1.000	0.31
SUBTOTAL (M)						0.31
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	**CATEGORÍA**	**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C= A*B**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=C*R**
Maestro de obra C2		0.50	3.36	1.68	0.300	0.50
Albañil D2		1.00	3.17	3.17	0.300	0.95
Gasfitero		1.00	3.17	3.17	0.300	0.95
Peón E2		4.00	3.13	12.52	0.300	3.76
SUBTOTAL (N)						6.16
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**UNITARIO B**	**COSTO C=A*B**
Tubería flex 1/2"			m	5.00	8.79	43.95
Accesorios (adaptadores- abrazaderas)			u	3.00	0.50	1.50
SUBTOTAL O						45.45
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=A*B**
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**51.92**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	10.38
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				62.30
		VALOR OFERTADO ($)				**62.30**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO	1.40			**UNIDAD:**	U
DETALLE	BATERIA SANITARIA PROVISIONAL			**RENDIMIENTO:**	3.25

M. - EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor					4.13
SUBTOTAL (M)					4.13

N.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	C2	1.00	3.36	3.36	3.250	10.92
Albañil	D2	1.00	3.17	3.17	3.250	10.30
Gasfitero		1.00	3.17	3.17	3.250	10.30
Ayudante	D2	1.00	3.17	3.17	3.250	10.30
Peón	E2	4.00	3.13	12.52	3.250	40.69
SUBTOTAL (N)						82.52

O.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tubería PVC Desagüe 4"x3ml,110mm	u	0.50	6.64	3.32
Tubería y accesorios AAPP (PVC roscable)	Global	1.00	26.33	26.33
Inodoro	u	1.00	56.34	56.34
Cuartones semiduros	u	3.00	4.20	12.60
Tiras	u	3.00	1.00	3.00
Plywood (cat. C) 12mm	u	1.00	26.66	26.66
Clavos 2-1/2"	lb	1.50	0.98	1.47
Cemento Portland tipo IP	saco	1.00	7.95	7.95
Arena gruesa	m3	0.10	11.20	1.12
Piedra triturada	m3	0.15	8.98	1.35
Zinc 12´	m2	0.03	12.23	0.37
Herrajes varios (bisagras, aldabas, candado, etc)	Global	0.50	10.00	5.00
SUBTOTAL O				145.50

P.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				0.00

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):		**232.15**
Nota: estos precios no incluyen IVA	INDIRECTOS Y UTILIDADES	20.00%	46.43
	OTROS INDIRECTOS		0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		278.58
	VALOR OFERTADO ($)		**278.58**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	1.5				**UNIDAD:**	ML
DETALLE	CERRAMIENTO PROVISIONAL				**RENDIMIENTO:**	0.40
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor						0.03
SUBTOTAL (M)						0.03
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	C2	0.50	3.36	1.68	0.400	0.67
Carpintero	D2	4.00	3.17	12.68	0.000	0.00
Peón	E2	3.00	3.13	9.39	0.000	0.00
SUBTOTAL (N)						0.67
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cuartones semiduros			u	1.50	4.20	6.30
Tiras semiduras			u	2.00	1.00	2.00
Plancha ondulada de zinc (8´)			u	0.40	8.50	3.40
Clavos			kg	4.00	1.93	7.72
Bisagras			u	0.01	3.60	0.04
Aldaba			u	0.01	3.00	0.03
Picaportes			u	0.03	3.50	0.11
Candados			u	0.03	11.00	0.33
SUBTOTAL O						19.92
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de materiales			Global	1.00	0.10	0.10
SUBTOTAL (P)						0.10
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**20.72**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	4.14
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				24.86
		VALOR OFERTADO ($)				**24.86**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	2.1				**UNIDAD:**	HA
DETALLE	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA (INC. DESALOJO)				**RENDIMIENTO:**	10.86
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor		1.00	10.64	10.64	10.86	115.58
Tractor de orugas D5		2.00	51.93	103.86	10.86	1,127.92
Motosierra		4.00	2.00	8.00	10.86	86.88
SUBTOTAL (M)						1,330.38
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador equipo pesado C1		2.00	3.54	7.08	10.860	76.89
Peón E2		4.00	3.13	12.52	10.860	135.97
SUBTOTAL (N)						212.86
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O						0.00
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
						0.00
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**1,543.24**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	308.65
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,851.89
		VALOR OFERTADO ($)				**1,851.89**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO	2.2				**UNIDAD:**	m2
DETALLE	TRAZADO Y REPLANTEO				**RENDIMIENTO:**	0.05
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR						
EQUIPO TOPOGRÁFICO		1.00	2.50	2.50	0.05	0.13
SUBTOTAL (M)						0.13
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN E2		1.00	3.13	3.13	0.05	0.16
MAESTRO C2		1.00	3.36	3.36	0.05	0.17
TOPOGRAFO C2		1.00	3.36	3.36	0.05	0.17
CADENERO D2		1.00	3.17	3.17	0.05	0.16
SUBTOTAL (N)						0.65
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
TABLAS DE ENCOFRADO SEMIDURA			u.	0.02	4.00	0.06
CUARTÓN SEMIDURAS			u.	0.03	2.50	0.08
PINTURA DE CAUCHO			GALÓN	0.01	15.62	0.10
CLAVO 2"X 8			LB	0.01	0.82	0.01
CEMENTINA (25KG)			SC	0.03	1.53	0.05
SUBTOTAL O						0.30
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**1.08**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	0.22
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.30
		VALOR OFERTADO ($)				**1.30**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	2.3				**UNIDAD:**	M3
DETALLE	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN (INC. EL DESALOJO)				**RENDIMIENTO:**	0.011
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
EXCAVADORA		2.00	65.00	130.00	0.011	1.44
CARGADORA		2.00	40.00	80.00	0.013	1.00
SUBTOTAL (M)						2.44
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador equipo pesado C1		2.00	3.54	7.08	0.011	0.08
Peón E2		4.00	3.13	12.52	0.011	0.14
SUBTOTAL (N)						0.22
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O						0.00
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
DESALOJO			M3/KM	10.00	0.25	2.50
SUBTOTAL (P)						2.50
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**5.16**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	1.03
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				6.19
		VALOR OFERTADO ($)				**6.19**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	2.4				**UNIDAD:**	M3
DETALLE	MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO (INC. TRANSPORTE)				**RENDIMIENTO:**	0.012
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
RODILLO VIBRADOR		1.00	36.00	36.00	0.012	0.42
TANQUERO de 2000 Galones con Bom		1.00	22.00	22.00	0.012	0.26
MOTONIVELADORA		1.00	45.00	45.00	0.012	0.53
SUBTOTAL (M)						1.21
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
AYUDANTE D2		1.00	3.17	3.17	0.012	0.04
Op. RODILLO C2		1.00	3.54	3.54	0.012	0.04
Op. MOTONIVELADORA (C2		1.00	3.54	3.54	0.012	0.04
CHOFER II		1.00	4.91	4.91	0.012	0.06
SUBTOTAL (N)						0.18
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
CASCAJO MEDIANO			M3	1.50	3.50	5.25
SUBTOTAL O						5.25
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
DESALONO			M3/KM	12.00	0.25	3.00
SUBTOTAL (P)						3.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**9.64**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	1.93
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				11.57
		VALOR OFERTADO ($)				**11.57**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO	2.5				**UNIDAD:**	M2
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NT 1600				**RENDIMIENTO:**	0.050
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR						0.03
SUBTOTAL (M)						0.03
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		3.00	3.13	9.39	0.050	0.47
MAESTRO C1		0.50	3.54	1.77	0.050	0.09
SUBTOTAL (N)						0.56
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
ACCESORIOS VARIOS			m2	1.00	0.15	0.15
GEOTEXTIL(no tejido 1600)			m2	1.12	1.10	1.23
SUBTOTAL O						1.38
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**1.97**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	0.39
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				2.36
		VALOR OFERTADO ($)				**2.36**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	3.1				**UNIDAD:**	M3
DETALLE	SUB-BASE CLASE 1 (INC. TRANSPORTE)				**RENDIMIENTO:**	0.022
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
RODILLO VIBRADOR		1.00	36.00	36.00	0.02	0.80
TANQUERO DE 2000 GALONES		1.00	22.00	22.00	0.02	0.49
MOTO NIVELADORA		1.00	45.00	45.00	0.02	1.00
SUBTOTAL (M)						2.29
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
AYUDANTES D2		1.00	3.17	3.17	0.022	0.07
Op. RODILLO C2		1.00	3.54	3.54	0.022	0.08
Op. MOTONIVELADORA C2		1.00	3.54	3.54	0.022	0.08
CHOFER II		1.00	4.91	4.91	0.022	0.11
SUBTOTAL (N)						0.34
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
MATERIAL DE SUB-BASE CLASE I			m3	1.20	11.61	13.93
SUBTOTAL O						13.93
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
MATERIAL DE SUB-BASE CLASE I			m3/Km	1.20	6.09	7.31
SUBTOTAL (P)						7.31
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**23.87**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	4.77
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				28.64
		VALOR OFERTADO ($)				**28.64**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	3.2				**UNIDAD:**	m2
DETALLE	CAPA/RODADURA/H.ASFALT.MEZC/PLANTA E=5CM (INC. IMPRIM.				**RENDIMIENTO:**	0.003
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
RODILLO LISO		1.00	36.00	36.00	0.003	0.12
RODILLO NEUMATICO		1.00	35.00	35.00	0.003	0.12
CAMION DISTRIBUIDOR (ASFALTO)		1.00	36.00	36.00	0.003	0.12
ESCOBA MECANICA AUTOPROPULSADA		0.30	18.00	5.40	0.003	0.02
FINISHER		1.00	45.00	45.00	0.003	0.15
SUBTOTAL (M)						0.52
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		8.00	3.13	25.04	0.003	0.08
MAESTRO C1		1.00	3.54	3.54	0.003	0.01
OP. DISTR. ASFALTO / RODILLO D2		3.00	3.54	10.62	0.003	0.04
OP. FINISHER/ ESCOBA MECANICA D2		1.30	3.54	4.60	0.003	0.02
SUBTOTAL (N)						0.15
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
DIESEL II			gln	0.30	1.10	0.33
ASFALTO RC-2			gln	0.25	1.00	0.25
MEZCLA ASFALTICA			m3	0.07	75.00	4.88
SUBTOTAL O						5.46
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de mezcla asfaltica			m3/Km	0.07	23.10	1.50
SUBTOTAL (P)						1.50
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**7.63**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	1.53
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				9.16
		VALOR OFERTADO ($)				**9.16**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	4.1				**UNIDAD:**	ML
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HORM. SIMPLE D=20" INC. ENTIBADO				**RENDIMIENTO:**	0.250
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
COMPACTADOR PESADO MANUAL		1.00	2.60	2.60	0.250	0.65
BOMBA DE AGUA DE 3"		1.00	2.80	2.80	0.250	0.70
RETROEXCAVADORA		1.00	32.00	32.00	0.250	8.00
SUBTOTAL (M)						9.35
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN E2		3.00	3.13	9.39	0.250	2.35
MAESTRO C1		1.00	3.54	3.54	0.250	0.89
OP. RETROEXCAVADORA D2		1.00	3.54	3.54	0.250	0.89
TOPÓGRAFO C1		0.20	3.54	0.71	0.250	0.18
TUBERO D2		1.00	3.17	3.17	0.250	0.79
SUBTOTAL (N)						5.09
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
TUB. DE H.S. D =20´´			ML	1.00	64.10	64.10
JUNTA DE NEOPRENO D = 20" (500 MM)			U.	1.00	9.70	9.70
MATERIAL DE MEJORAMIENTO			m3	0.92	4.00	3.68
SUBTOTAL O						77.48
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
TUB. DE H.S. D =20´´ (500 mm)			mL/Km	1.00	15.40	15.40
TRANSPORTE DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO			m3/Km	0.92	5.08	4.67
DESALOJO DE MATERIAL			m3/Km	0.91	2.86	2.61
SUBTOTAL (P)						22.68
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**114.60**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	22.92
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				137.52
		VALOR OFERTADO ($)				**137.52**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	4.20				**UNIDAD:**	m2
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HORM. SIMPLE D=30" INC. ENTIBADO				**RENDIMIENTO:**	300.000
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
COMPACTADOR PESADO MANUAL		1.00	2.60	2.60	0.400	1.04
BOMBA DE AGUA DE 3"		1.00	2.80	2.80	0.400	1.12
RETROEXCAVADORA		1.00	32.00	32.00	0.400	12.80
SUBTOTAL (M)						14.96
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN E2		3.00	3.13	9.39	0.400	3.76
MAESTRO C1		1.00	3.54	3.54	0.400	1.42
OP. RETROEXCAVADORA D2		1.00	3.54	3.54	0.400	1.42
TOPÓGRAFO C1		0.20	3.54	0.71	0.400	0.28
TUBERO D2		1.00	3.17	3.17	0.400	1.27
SUBTOTAL (N)						8.14
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
TUB. DE H.A. D =30´´			ML	1.00	193.80	193.80
JUNTA DE NEOPRENO D = 30"			U.	1.00	16.80	16.80
MATERIAL DE MEJORAMIENTO			m3	1.34	4.00	5.36
SUBTOTAL O						215.96
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
TUB. DE H.S. D =20´´ (500 mm)			m3/Km	1.00	38.50	38.50
TRANSPORTE DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO			m3/Km	0.92	5.00	4.60
DESALOJO DE MATERIAL			m3/Km	0.91	2.86	2.61
SUBTOTAL (P)						45.71
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**284.77**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	56.95
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				341.72
		VALOR OFERTADO ($)				**341.72**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	4.3				**UNIDAD:**	m2
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACION TUB. H.A. D=42" (INC. ENTIBADO)				**RENDIMIENTO:**	300.000
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
COMPACTADOR PESADO MANUAL		1.00	2.60	2.60	0.714	1.86
BOMBA DE AGUA DE 3"		1.00	2.80	2.80	0.714	2.00
RETROEXCAVADORA		1.00	85.00	85.00	0.714	60.71
SUBTOTAL (M)						64.57
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN E2		4.00	3.13	12.52	0.714	8.94
MAESTRO C1		1.00	3.54	3.54	0.714	2.53
OP. RETROEXCAVADORA D2		1.00	3.54	3.54	0.714	2.53
TOPÓGRAFO C1		0.30	3.54	1.06	0.714	0.76
TUBERO D2		1.00	3.17	3.17	0.714	2.26
SUBTOTAL (N)						17.02
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
TUB. DE H.A. D =30´´			ML	1.00	193.80	193.80
JUNTA DE NEOPRENO D = 20" (500 MM)			U.	1.00	9.70	9.70
MATERIAL DE MEJORAMIENTO			m3	0.92	4.00	3.68
SUBTOTAL O						207.18
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
TUB. DE H.S. D =20´´ (500 mm)			m3/Km	1.00	15.40	15.40
TRANSPORTE DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO			m3/Km	0.92	5.08	4.67
DESALOJO DE MATERIAL			m3/Km	0.91	2.86	2.61
SUBTOTAL (P)						22.68
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**311.45**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	62.29
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				373.74
		VALOR OFERTADO ($)				**373.74**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO	4.4				**UNIDAD:**	m2
DETALLE	EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS (MANUAL) (INC. DESALOJO)				**RENDIMIENTO:**	0.500
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
COMPACTADOR PESADO MANUAL		0.50	2.60	1.30	0.50	0.65
HERRAMIENTA MENOR		1.00	0.25	0.25	0.50	0.13
SUBTOTAL (M)						0.78
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		3.00	3.13	9.39	0.500	4.70
MAESTRO C1		0.20	3.54	0.71	0.500	0.35
SUBTOTAL (N)						5.05
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
CASCAJO MEDIANO			M3	0.52	3.50	1.82
SUBTOTAL O						1.82
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
DESALOJO DEL MATERIAL			m3/Km	0.78	1.52	1.19
MATERIAL CASCAJO			m3/Km	0.52	5.76	3.00
SUBTOTAL (P)						4.18
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**11.83**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	2.37
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				14.20
		VALOR OFERTADO ($)				**14.20**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	4.5				**UNIDAD:**	m2
DETALLE	HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE CEMENTO PORTLAND CL- B F'c=280KG/CM2 INC. ENCOF. (MUROS, DUCTOS, CUNETAS, CAMARAS)				**RENDIMIENTO:**	0.500
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CONCRETERA		1.00	1.57	1.57	0.50	0.79
HERRAMIENTA MENOR		1.00	0.74	0.74	0.50	0.37
SUBTOTAL (M)						1.15
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		5.00	3.13	15.65	0.50	7.83
ALBAÑIL D2		2.00	3.17	6.34	0.50	3.17
CARPINTERO D2		2.00	3.17	6.34	0.50	3.17
MAESTRO C1		0.30	3.54	1.06	0.50	0.53
SUBTOTAL (N)						14.70
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
AGUA			M3	0.25	1.53	0.39
ARENA			M3	0.55	7.05	3.86
AGREGADO GRUESO TMA 12.5 mm			M3	0.27	11.75	3.14
CEMENTO PORTLAND			KG	483.84	0.15	72.58
SUBTOTAL O						79.96
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**95.81**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	19.16
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				114.97
		VALOR OFERTADO ($)				**114.97**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	4.6				**UNIDAD:**	kg
DETALLE	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2 ENCOF. (MUROS, DUCTOS, CUNETAS)				**RENDIMIENTO:**	0.030
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CORTADORA-DOBLADORA		1.00	1.40	1.40	0.03	0.04
HERRAMIENTA MENOR		1.00	0.02	0.02	0.03	0.00
SUBTOTAL (M)						0.04
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
AYUDANTE D2		3.00	3.17	9.51	0.03	0.29
FIERRERO D2		1.00	3.17	3.17	0.03	0.10
MAESTRO C1		0.30	3.54	1.06	0.03	0.03
SUBTOTAL (N)						0.41
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS			kg	1.02	1.12	1.14
Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.			kg	0.02	1.46	0.03
SUBTOTAL O						1.17
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**1.62**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	0.32
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.94
		VALOR OFERTADO ($)				**1.94**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	4.7				**UNIDAD:**	kg
DETALLE	GAVIONES (INCLUYE INSTALACIÓN)				**RENDIMIENTO:**	1.000
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR		1.00	1.03	1.03	1.00	1.03
SUBTOTAL (M)						1.03
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		4.00	3.13	12.52	1.00	12.52
ALBAÑIL D2		2.00	3.17	6.34	1.00	6.34
MAESTRO C1		0.50	3.54	1.77	1.00	1.77
SUBTOTAL (N)						20.63
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
GAVIÓN TRIPLE TORSION 2X1X1			U	1.00	34.80	34.80
ALAMBRE GALVANIZADO NO 18			KG	1.00	2.28	2.28
PIENDRA BOLA			M3	1.10	8.04	8.84
SUBTOTAL O						45.92
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**67.58**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	13.52
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				81.10
		VALOR OFERTADO ($)				**81.10**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	4.8				**UNIDAD:**	M3
DETALLE	GAVIONES TIPO RENO (INCLUYE INSTALACIÓN)				**RENDIMIENTO:**	1.000
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR		1.00	1.05	1.05	1.00	1.05
SUBTOTAL (M)						1.05
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		4.00	3.13	12.52	1.00	12.52
ALBAÑIL D2		2.00	3.37	6.74	1.00	6.74
MAESTRO C1		0.50	3.54	1.77	1.00	1.77
SUBTOTAL (N)						21.03
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
GAVIÓN TRIPLE TORSION 2X1X1			U	1.00	8.70	8.70
ALAMBRE GALVANIZADO NO 18			KG	1.00	2.28	2.28
PIENDRA BOLA			M3	1.10	8.04	8.84
SUBTOTAL O						19.82
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**41.90**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	8.38
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				50.28
		VALOR OFERTADO ($)				**50.28**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.1				**UNIDAD:**	Km
DETALLE	Marcas de pavimento Línea separación de carriles de circulación. a=150 mm. Color Amarillo. (Tipo LSB-2)'				**RENDIMIENTO:**	2.500
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Equipo a extrusión		1.00	50.00	50.00	2.50	125.00
Carro con caldero		1.00	85.00	85.00	2.50	212.50
SUBTOTAL (M)						337.50
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		4.00	3.13	12.52	1.00	12.52
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO D2		1.00	3.17	3.17	1.00	3.17
SUBTOTAL (N)						15.69
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Pintura de Tráfico reflectiva			GL	30.00	4.20	126.00
SUBTOTAL O						126.00
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**479.19**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	95.84
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				575.03
		VALOR OFERTADO ($)				**575.03**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO	5.1				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Tachas reflectivas unidireccional incluido adhesivo y colocación. Color rojo y blanco.				**RENDIMIENTO:**	0.050
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL (M)						0.00
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		1.00	3.13	3.13	0.05	0.16
ALBAÑIL D2		1.00	3.17	3.17	0.05	0.16
SUBTOTAL (N)						0.32
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
TACHAS REFLECTIVAS			U	1.00	6.00	6.00
SUBTOTAL O						6.00
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**6.32**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	1.26
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				7.58
		VALOR OFERTADO ($)				**7.58**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.1				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Preventivas de curva abierta derecha 750 x 750 mm. (Un poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR C1		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	0.62	28.75	17.79
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	25.00	1.65	41.25
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	0.62	24.04	14.88
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	0.62	30.60	18.93
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	4.00	0.92	3.70
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						113.55
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**153.80**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	30.76
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				184.56
		VALOR OFERTADO ($)				**184.56**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.4				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Preventivas de curva abierta izquierda 750 x750 mm. (Un poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	0.62	28.75	17.79
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	25.00	1.65	41.25
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	0.62	24.04	14.88
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	0.62	30.60	18.93
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	4.00	0.92	3.70
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						113.55
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**153.80**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	30.76
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				184.56
		VALOR OFERTADO ($)				**184.56**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.5				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Preventivas de peso máximo 750 x 750 mm. (Un poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	0.62	28.75	17.79
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	25.00	1.65	41.25
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	0.62	24.04	14.88
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	0.62	30.60	18.93
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	4.00	0.92	3.70
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						113.55
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**153.80**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	30.76
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				184.56
		VALOR OFERTADO ($)				**184.56**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.6				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Preventivas de velocidad máxima 750 x 750 mm. (Un poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	0.62	28.75	17.79
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	25.00	1.65	41.25
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	0.62	24.04	14.88
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	0.62	30.60	18.93
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	4.00	0.92	3.70
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						113.55
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**153.80**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	30.76
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				184.56
		VALOR OFERTADO ($)				**184.56**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.7				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Informativa de No arrojar basura: 600 x 600 mm. (Un poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	0.40	28.75	11.39
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	25.00	1.65	41.25
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	0.40	24.04	9.52
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	0.40	30.60	12.12
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	4.00	0.92	3.70
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						94.97
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**135.22**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	27.04
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				162.26
		VALOR OFERTADO ($)				**162.26**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.8				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Informativa de No encender fuego 600 x 600 mm. (Un poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	0.40	28.75	11.39
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	25.00	1.65	41.25
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	0.40	24.04	9.52
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	0.40	30.60	12.12
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	4.00	0.92	3.70
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						94.97
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**135.22**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	27.04
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				162.26
		VALOR OFERTADO ($)				**162.26**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.9				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Informativa de puente 1500 x 1000 mm. (Dos poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	1.65	28.75	47.44
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	50.00	1.65	82.50
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	1.65	24.04	39.67
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	1.65	30.60	50.49
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	8.00	0.92	7.39
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						244.49
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**284.74**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	56.95
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				341.69
		VALOR OFERTADO ($)				**341.69**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.10				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Informativa de Cuidemos el agua 1500 x 1000 mm. (Dos poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	1.65	28.75	47.44
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	50.00	1.65	82.50
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	1.65	24.04	39.67
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	1.65	30.60	50.49
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	8.00	0.92	7.39
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						244.49
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**284.74**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	56.95
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				341.69
		VALOR OFERTADO ($)				**341.69**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.11				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Informativa de Cuidemos la naturaleza 1500 x 1000 mm. (Dos poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	1.65	28.75	47.44
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	50.00	1.65	82.50
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	1.65	24.04	39.67
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	1.65	30.60	50.49
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	8.00	0.92	7.39
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						244.49
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**284.74**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	56.95
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				341.69
		VALOR OFERTADO ($)				**341.69**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.12				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Preventivas de camino sinuoso 750 x 750 mm. (Un poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	0.62	28.75	17.79
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	25.00	1.65	41.25
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	0.62	24.04	14.88
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	0.62	30.60	18.93
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	4.00	0.92	3.70
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						113.55
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**153.80**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	30.76
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				184.56

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.13				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Informativa de carretera 1500 x 1000 mm. (Dos poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	1.65	28.75	47.44
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	50.00	1.65	82.50
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	1.65	24.04	39.67
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	1.65	30.60	50.49
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	8.00	0.92	7.39
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						244.49
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**284.74**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	56.95
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				341.69
		VALOR OFERTADO ($)				**341.69**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.14				**UNIDAD:**	U
DETALLE	Señales al lado de la carretera. Informativa Puente Jurja 1500 x 1000 mm. (Dos poste)				**RENDIMIENTO:**	3.333
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SOLDADORA		0.40	1.50	0.60	3.33	2.00
CORTADORA		0.20	3.25	0.65	3.33	2.17
HERR. MENOR (5% N)						1.72
SUBTOTAL (M)						5.88
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		2.00	3.13	6.26	3.33	20.86
HOJALATERO D2		1.00	3.17	3.17	3.33	10.57
MAESTRO MAYOR		0.25	3.53	0.88	3.33	2.94
SUBTOTAL (N)						34.37
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLANCHA DE ALUMINIO E= 2 MM			m2	1.65	28.75	47.44
ACERO ESTRUCTURAL			Kg.	50.00	1.65	82.50
PELICULA REFLEXIVA PARA SEÑALES			m2.	1.65	24.04	39.67
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES			m2.	1.65	30.60	50.49
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"			u.	8.00	0.92	7.39
PINTURA ESMALTE COLORES			Galón	0.50	14.00	7.00
PINTURA ANTICORROSIVA AZARCÓN			Galón	0.50	20.00	10.00
SUBTOTAL O						244.49
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**284.74**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	56.95
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				341.69
		VALOR OFERTADO ($)				**341.69**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.15				**UNIDAD:**	ML
DETALLE	SUMIN.E INSTAL/GUARDACAMINO SENCILLO (TIPO-FLEX-BEAM)				**RENDIMIENTO:**	0.286
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL (M)						0.00
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON (Cat.I)		4.00	3.13	12.52	0.29	3.58
ALBAÑIL		1.00	3.17	3.17	0.29	0.91
FIERRERO		1.00	3.17	3.17	0.29	0.91
MAESTRO (Cat.IV)		0.20	3.54	0.71	0.29	0.20
SUBTOTAL (N)						5.59
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
HORMIGON PREMEZCLADO F´c=210kg/cm2			m3	0.05	117.50	5.64
HORMIGON SIMPLE F´c=140kg/cm2			m3	0.00	91.50	0.27
GUARDAVÍAS - PERFILES			ml	1.00	26.00	26.00
PERNOS C/TUERCAS-GUARDAVÍAS 5/8"X1 1/4" GALVAN			u	2.60	1.50	3.90
TERMINALES DE GUARDAVÍAS			u	0.07	19.00	1.33
POSTES DE GUARDAV. H=1.5ML			u	0.30	37.00	11.10
PINTURA PERLADA DE TRAFICO REFLECTIVA			gln	0.03	21.16	0.53
MICROESFERAS REFLECTIVAS			kg	0.13	1.80	0.23
SUBTOTAL O						49.00
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**54.59**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	10.92
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				65.51
		VALOR OFERTADO ($)				**65.51**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	6.1				**UNIDAD:**	U
DETALLE	ESTUDIO DE SUELO EN SITIO DE ESTRIBOS				**RENDIMIENTO:**	-
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL (M)						0.00
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL (N)						0.00
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Ubicación del punto con GPS y apertura de trochas para c			u.	1.00	300.00	300.00
METRO DE PERFORACIÓN			u.	30.00	115.00	3,450.00
CONTENIDO DE HUMEDAD			u.	30.00	5.00	150.00
GRANULOMETRÍAS (-TAMIZ #200)			u.	30.00	22.00	660.00
LIMITES DE ATTERBERG			u.	30.00	20.00	600.00
COMPRESIÓN SIMPLE			u.	1.00	100.00	100.00
GRAVEDAD ESPECIFICA			u.	1.00	100.00	100.00
SUBTOTAL O						5,360.00
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de personal y equipos al sitio de trabajo, ida y vuelta (2 perforadoras, 2 equipos de perforación manual, 2 camiones, 6 perforadores y 1 ingeniero de campo)			U	1.00	1500.00	1,500.00
SUBTOTAL (P)						1,500.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**6,860.00**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	1,372.00
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				8,232.00
		VALOR OFERTADO ($)				**8,232.00**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	6.2				**UNIDAD:**	m2
DETALLE	TRAZADO Y REPLANTEO				**RENDIMIENTO:**	0.050
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR						
EQUIPO TOPOGRÁFICO		1.00	2.50	2.50	0.05	0.13
SUBTOTAL (M)						0.13
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN E2		1.00	3.13	3.13	0.05	0.16
MAESTRO C2		1.00	3.36	3.36	0.05	0.17
TOPOGRAFO C2		1.00	3.36	3.36	0.05	0.17
CADENERO D2		1.00	3.17	3.17	0.05	0.16
SUBTOTAL (N)						0.65
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
TABLAS DE ENCOFRADO SEMIDURA			u.	0.02	4.00	0.06
CUARTÓN SEMIDURAS			u.	0.03	2.50	0.08
PINTURA DE CAUCHO			GALÓN	0.01	15.62	0.10
CLAVO 2"X 8			LB	0.01	0.82	0.01
CEMENTINA (25KG)			SC	0.03	1.53	0.05
SUBTOTAL O						0.30
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**1.08**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	0.22
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.30
		VALOR OFERTADO ($)				**1.30**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	6.3				**UNIDAD:**	mes
DETALLE	ESTUDIO DE SUELO EN SITIO DE ESTRIBOS				**RENDIMIENTO:**	1.000
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL (M)						0.00
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
GUARDIAN		2.00	3.57	7.14	720.00	5,140.80
SUBTOTAL (N)						5,140.80
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O						0.00
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**5,140.80**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	1,028.16
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				6,168.96
		VALOR OFERTADO ($)				**6,168.96**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	5.1				**UNIDAD:**	mes
DETALLE	EXCAVACIÓN Y DESALOJO				**RENDIMIENTO:**	0.070
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5 % MO)						0.04
RETROEXCAVADORA		1.00	35.00	35.00	0.07	2.45
VOLQUETA		3.00	20.00	60.00	0.07	4.20
SUBTOTAL (M)						6.69
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		1.00	3.13	3.13	0.07	0.22
OP. Retroexcavadora C2		1.00	3.36	3.36	0.07	0.24
Maestro de obra C1		0.10	3.54	0.35	0.07	0.02
Chofer Volqueta		1.00	4.91	4.91	0.07	0.34
SUBTOTAL (N)						0.82
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O						0.00
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
DESALOJO			M3/KM	10.00	0.25	2.50
SUBTOTAL (P)						2.50
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**10.01**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	2.00
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				12.01
		VALOR OFERTADO ($)				**12.01**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	7.2				**UNIDAD:**	M3
DETALLE	MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO MANUAL (INC. TRANSPORTE)				**RENDIMIENTO:**	0.070
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5 % MO)						0.04
RETROEXCAVADORA		1.00	35.00	35.00	0.07	2.45
VOLQUETA		3.00	20.00	60.00	0.07	4.20
COMPACTADOR PESADO MANUAL		1.00	2.60	2.60	0.07	0.18
SUBTOTAL (M)						6.87
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		1.00	3.13	3.13	0.07	0.22
OP. Retroexcavadora C2		1.00	3.36	3.36	0.07	0.24
Maestro de obra C1		0.10	3.54	0.35	0.07	0.02
Chofer Volqueta		1.00	4.91	4.91	0.07	0.34
SUBTOTAL (N)						0.82
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
CASCAJO MEDIANO			m3	1.25	3.50	4.38
SUBTOTAL O						4.38
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
MATERIAL DE CASCAJO			u	1.25	5.77	7.21
SUBTOTAL (P)						7.21
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**19.28**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	3.86
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				23.14
		VALOR OFERTADO ($)				**23.14**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	8.1				**UNIDAD:**	m3
DETALLE	HORMIGON PREMEZCLADO BOMBEABLE F'C= 320 Kg/cm2 Inc. Encofrado				**RENDIMIENTO:**	3.000
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5 % MO)						3.87
VIBRADOR		1.00	3.00	3.00	3.00	9.00
SUBTOTAL (M)						12.87
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		6.00	3.13	18.78	3.00	56.34
ALBAÑIL D2		2.00	3.17	6.34	3.00	19.02
MAESTRO DE OBRA C1		0.20	3.54	0.71	3.00	2.12
SUBTOTAL (N)						77.48
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
HORMIGON PREMESCLADO F`C=320KG/CM2			m3	1.05	105.00	110.25
LIGANTE DE HORMIGÓN ACRÍLICO			tanque	0.00	1,110.84	1.11
ENCOFRADO METÁLICO			m3	1.00	2.00	2.00
CURADOR			kg	0.46	1.00	0.46
SUBTOTAL O						113.82
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**204.17**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	40.83
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				245.00
		VALOR OFERTADO ($)				**245.00**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	8.2				**UNIDAD:**	m3
DETALLE	REPLANTILLO DE HORMIGÓN F C:180 KM/CM2				**RENDIMIENTO:**	0.300
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5 % MO)						0.25
CONCRETERA		1.00	3.60	3.60	0.30	1.08
SUBTOTAL (M)						1.33
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		3.00	3.13	9.39	0.30	2.82
ALBAÑIL D2		1.00	3.17	3.17	0.30	0.95
MAESTRO DE OBRA C1		0.20	3.54	0.71	0.30	0.21
CARPINTERO D2		1.00	3.17	3.17	0.30	0.95
SUBTOTAL (N)						4.93
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
CEMENTO TIPO 1			kg	13.50	0.17	2.30
ARENA HOMOGENIZADA (0-5mm)			m3	0.03	14.57	0.42
PIEDRA 19,00 mm (¾")			m3	0.04	10.00	0.43
AGUA - INC. TRANSPORTE			m3	0.01	3.53	0.04
CUARTÓN DE ENCOFRADO			u	0.10	3.00	0.30
SUBTOTAL O						3.48
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**9.74**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	1.95
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				11.69
		VALOR OFERTADO ($)				**11.69**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	8.3				**UNIDAD:**	M2
DETALLE	PLACAS DE NEOPRENO INCRISTADAS METÁLICAS 50X50X5 CM				**RENDIMIENTO:**	0.300
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5 % MO)						0.15
SUBTOTAL (M)						0.15
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		3.00	3.13	9.39	0.30	2.82
MAESTRO DE OBRA C1		0.20	3.54	0.71	0.30	0.21
SUBTOTAL (N)						3.03
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PLACAS DE NEOPRENO INCRISTADAS METÁLICAS 50			U	1.00	286.00	286.00
SUBTOTAL O						286.00
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**289.18**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	57.84
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				347.02
		VALOR OFERTADO ($)				**347.02**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	8.4				**UNIDAD:**	kg
DETALLE	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2 ENCOF. (MUROS, DUCTOS, CUNETAS)				**RENDIMIENTO:**	0.500
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CORTADORA-DOBLADORA		1.00	1.40	1.40	0.03	0.04
HERRAMIENTA MENOR						0.02
SUBTOTAL (M)						0.06
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
AYUDANTES D2		3.00	3.17	9.51	0.03	0.29
FIERRERO D2		1.00	3.17	3.17	0.03	0.10
MAESTRO C1		0.30	3.54	1.06	0.03	0.03
SUBTOTAL (N)						0.41
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS			kg	1.02	1.12	1.14
Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.			kg	0.02	1.46	0.03
SUBTOTAL O						1.17
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**1.64**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	0.33
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.97
		VALOR OFERTADO ($)				**1.97**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	8.4				**UNIDAD:**	U
DETALLE	VIGAS PREFABRICADAS PRETENSADAS (42.00 m), TRASPORTE Y MONTAJE DE VIGAS				**RENDIMIENTO:**	2.500
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5 % MO)						3.94
Equipo Montaje		1.00	15.20	15.20	2.50	38.00
Grúa 40 Ton.		2.00	68.00	136.00	2.50	340.00
SUBTOTAL (M)						381.94
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN E2		3.00	3.13	9.39	2.50	23.48
OPERADOR GRÚA ESTACIONARIA C1		2.00	3.54	7.08	2.50	17.70
MECANICO DE EQUIPO LIVIANO C3		1.00	3.22	3.22	2.50	8.05
CHOFER: OTROS CAMIONES		1.00	3.43	3.43	2.50	8.58
INSPECTOR DE OBRA		1.00	3.61	3.61	2.50	9.03
CHOFER: PLATAFORMAS		1.00	4.79	4.79	2.50	11.97
SUBTOTAL (N)						78.79
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Viga AASHTO TIPO VI (L= 42.00 m)			kg	1.00	25,061.95	25,061.95
SUBTOTAL O						25,061.95
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
TRANSPORTE DE VIGA			KM	100.00	4.00	400.00
SUBTOTAL (P)						400.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**25,922.68**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	5,184.54
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				31,107.22
		VALOR OFERTADO ($)				**31,107.22**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	9.2				**UNIDAD:**	U
DETALLE	HORMIGON PREMEZCLADO BOMBEABLE 2 F'C= 320Kg/cm2 (losa superior, barandas)				**RENDIMIENTO:**	3.000
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5 % MO)						3.87
VIBRADOR		1.00	3.00	3.00	3.00	9.00
SUBTOTAL (M)						12.87
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN E2		6.00	3.13	18.78	3.00	56.34
ALBAÑIL D2		2.00	3.17	6.34	3.00	19.02
MAESTRO DE OBRA C1		0.20	3.54	0.71	3.00	2.12
SUBTOTAL (N)						77.48
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Hormigon Premezclado f`c=320kg/cm2			m3	1.05	105.00	110.25
Ligante de hormigón acrílico			tanque	0.00	1,110.84	1.11
Encofrado Metálico			m3	1.00	2.00	2.00
Curador			kg	0.46	1.00	0.46
SUBTOTAL O						113.82
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**204.17**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	40.83
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				245.00
		VALOR OFERTADO ($)				**245.00**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO	9.3				**UNIDAD:**	U
DETALLE	JUNTA TIPO TRANSFLEX 250 O SIMILAR				**RENDIMIENTO:**	0.900
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5 % MO)						0.17
SUBTOTAL (M)						0.17
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN		1.00	3.13	3.13	0.90	2.82
MAESTRO DE OBRA		0.20	3.54	0.71	0.90	0.64
SUBTOTAL (N)						3.45
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
JUNTA TIPO TRANFLEX 250 O SIMILAR			ML	1.00	509.15	509.15
SUBTOTAL O						509.15
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**512.77**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	102.55
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				615.32
		VALOR OFERTADO ($)				**615.32**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	9.40				**UNIDAD:**	m2
DETALLE	CAPA/RODADURA/H.ASFALT.MEZC/PLANTA E=5CM			(INC. IMPRIM.	**RENDIMIENTO:**	300.000
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
RODILLO LISO		1.00	36.00	36.00	0.003	0.12
RODILLO NEUMATICO		1.00	35.00	35.00	0.003	0.12
CAMION DISTRIBUIDOR (ASFALTO)		1.00	36.00	36.00	0.003	0.12
ESCOBA MECANICA AUTOPROPULSADA		0.30	18.00	5.40	0.003	0.02
FINISHER		1.00	45.00	45.00	0.003	0.15
SUBTOTAL (M)						0.52
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		8.00	3.13	25.04	0.003	0.08
MAESTRO C1		1.00	3.54	3.54	0.003	0.01
OP. DISTR. ASFALTO / RODILLO C1		3.00	3.54	10.62	0.003	0.04
OP. FINISHER/ ESCOBA MECANICA C2		1.30	3.26	4.24	0.003	0.01
SUBTOTAL (N)						0.14
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
DIESEL II			gln	0.30	1.10	0.33
ASFALTO RC-2			gln	0.25	1.00	0.25
MEZCLA ASFALTICA			m3	0.07	75.00	4.88
SUBTOTAL O						5.46
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de mezcla asfaltica			m3/Km	0.07	23.10	1.50
SUBTOTAL (P)						1.50
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**7.62**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	1.52
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				9.14
		VALOR OFERTADO ($)				**9.14**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	9.50				**UNIDAD:**	m2
DETALLE	DRENAJE EN TUBERIA PVC RDE 21 DE 4" PARA PUENTES				**RENDIMIENTO:**	0.090
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR						0.04
SUBTOTAL (M)						0.04
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON E2		1.00	3.13	3.13	0.090	0.28
PLOMERO C2		1.00	3.43	3.43	0.090	0.31
MAESTRO DE OBRA C1		0.40	3.54	1.42	0.090	0.13
SUBTOTAL (N)						0.72
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
TUBERIA PVC RDE 21 DE 4" PARA PUENTES			ML	1.00	4.78	4.78
SUBTOTAL O						4.78
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**5.54**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	1.11
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				6.65
		VALOR OFERTADO ($)				**6.65**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	9.60				**UNIDAD:**	m2
DETALLE	BARRERAS DE HORMIGÓN TIPO NEW JERSEY				**RENDIMIENTO:**	0.943
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR						1.58
SOLDADORA		1.00	6.25	6.25	0.943	5.90
VIBRADOR DE MANGUERA		2.00	2.90	5.80	0.943	5.47
SUBTOTAL (M)						12.95
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON(Cat.I)		7.00	3.13	21.91	0.943	20.67
MAESTRO DE OBRA		0.60	3.54	2.12	0.943	2.00
FIERRERO		1.00	3.17	3.17	0.943	2.99
ALBAÑIL		1.00	3.17	3.17	0.943	2.99
CARPINTERO		1.00	3.17	3.17	0.943	2.99
SUBTOTAL (N)						31.65
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
CEMENTO			Kg	260.00	0.16	41.60
ARENA			m³	0.22	7.60	1.67
RIPIO TRITURADO CLASE "A"			m3	0.38	8.00	3.04
AGUA			m³	0.18	1.62	0.29
ENCOFRADO OBRAS DE ARTES MENORES (2 USOS)			m2	1.80	10.50	18.90
INHIBIDOR DE CORROSIÓN ORGÁNICO " MIXTO"			Lt	1.00	23.50	23.50
ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM²			kg	34.60	1.20	41.52
ALAMBRE DE AMARRE NO. 18			kg	1.50	2.10	3.15
CURADOR SUPERFICIAL			kg	0.25	2.00	0.50
SUBTOTAL O						134.17
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**178.77**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	35.75
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				214.52
		VALOR OFERTADO ($)				**214.52**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	9.7				**UNIDAD:**	kg
DETALLE	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2 ENCOF. (LOSA)				**RENDIMIENTO:**	0.500
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CORTADORA-DOBLADORA		1.00	1.40	1.40	0.03	0.04
HERRAMIENTA MENOR		1.00	0.02	0.02	0.03	0.00
SUBTOTAL (M)						0.04
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
AYUDANTES D2		3.00	3.13	9.39	0.03	0.28
FIERRERO (Cat.III)		1.00	3.17	3.17	0.03	0.10
MAESTRO C1		0.30	3.54	1.06	0.03	0.03
SUBTOTAL (N)						0.41
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS			kg	1.02	1.12	1.14
Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.			kg	0.02	1.46	0.03
SUBTOTAL O						1.17
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**1.62**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	0.32
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.94
		VALOR OFERTADO ($)				**1.94**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega					
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO	10.1				**UNIDAD:**	m2
DETALLE	PINTURA DE TRÁFICO				**RENDIMIENTO:**	0.20
M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5 % MO)						0.13
FRANGEADORA		1.00	12.00	12.00	0.20	2.40
SUBTOTAL (M)						2.53
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEON		3.00	3.13	9.39	0.20	1.88
PINTOR		1.00	3.17	3.17	0.20	0.63
SUBTOTAL (N)						2.51
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
PINTURA TRÁFICO (PARA SEÑALIZACIÓN VIAL - COLORES BLANCO AMARILLO O NEGRO), REND. 7,50 m²x gal			GALÓN	0.13	30.00	4.00
SUBTOTAL O						4.00
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)						0.00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				**9.04**
Nota: estos precios no incluyen IVA		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	1.81
		OTROS INDIRECTOS				0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				10.85
		VALOR OFERTADO ($)				**10.85**

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	11.1		**UNIDAD :**	m3	
DETALLE:	AGUA PARA CONTROL DE POLVO		**RENDIMIENTO**	0.0491	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANT.**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
HERRAMIENTA MENOR (5% M/O)					0.03
TANQUERO (Inc. Bomba) (6000 GLS)	1.000	30.00	30.00	0.0491	1.47
			PARCIAL M		1.50
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANT.**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
Peón	1.000	3.13	3.13	0.0491	0.15
EO - C1 - CH (CHOFER: TANQUEROS)	1.000	4.91	4.91	0.0491	0.24
EO - D2 (ABASTECEDOR RESPONSABLE)	1.000	3.57	3.57	0.0491	0.18
			PARCIAL N		0.57
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**UNITARIO**	**COSTO**
Agua		Glb	1.0000	1.0000	1.0000
			PARCIAL O		1.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTOS**
			PARCIAL P		0.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				
	X=(M+N+0+P)				3.07
	INDIRECTOS Y UTILIDADES		20%		0.61
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0%		0
	VALOR PROPUESTO POR C/.		m3		3.68

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
RUBRO:	11.2		**UNIDAD :**	m3	
DETALLE:	MONITOREO PARA CALIDAD DEL AIRE		**RENDIMIENTO**		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANT.**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
			PARCIAL M		0.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANT.**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
			PARCIAL N		0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**UNITARIO**	**COSTO**
Monitoreo de Calidad de Aire PM 2,5 y PM 10		u	1.0000	300.0000	300.0000
			PARCIAL O		300.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTOS**
			PARCIAL P		0.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				
	X=(M+N+0+P)				300.00
	INDIRECTOS Y UTILIDADES		20%		60.00
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0%		0
	VALOR PROPUESTO POR C/.		UNIDAD :		360.00

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	11.3		**UNIDAD :**	U	
DETALLE:	VOLANTES INFORMATIVOS		**RENDIMIENTO**		
			HOJA No	**28**	

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
			PARCIAL M		0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANT.	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
AYUDANTE	1.000	1.52	2.10		3.18
			PARCIAL N		3.18

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
VOLANTES INFORMATIVOS	U	1.0000	0.0600	0.0600
		PARCIAL O		0.06

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS
		PARCIAL P		0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS			
X=(M+N+0+P)			3.24
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%		0.65
OTROS COSTOS INDIRECTOS	0%		0
VALOR PROPUESTO POR C/.	U		3.89

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	11.4		**UNIDAD :**	U	
DETALLE:	BOTIQUIN PRIMEROS AUXILIOS		**RENDIMIENTO**		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANT.**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
			PARCIAL M		0.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANT.**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
			PARCIAL N		0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**UNITARIO**	**COSTO**
Botiquin de Primeros Auxilios		U	1.0000	150.0000	150.0000
			PARCIAL O		150.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTOS**
			PARCIAL P		0.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				
	X=(M+N+0+P)				150.00
	INDIRECTOS Y UTILIDADES		20%		30.00
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0%		0
	VALOR PROPUESTO POR C/.		U		180.00

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	11.5		**UNIDAD :**	U	
DETALLE:	PUNTO DE MONITOREO DE RUIDO		**RENDIMIENTO**	0.7692	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANT.**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
Sonometro Digital	1.000	40.00	40.00	0.7692	30.77
			PARCIAL M		30.77
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANT.**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
Peón	1.000	3.13	3.13	0.7692	2.41
Tecnico Ambiental	1.000	3.58	3.58	0.7692	2.75
			PARCIAL N		5.16
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**UNITARIO**	**COSTO**
Accesorios y Varios		Glb	1.0000	2.0000	2.0000
			PARCIAL O		2.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTOS**
			PARCIAL P		0.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				
	X=(M+N+0+P)				37.93
	INDIRECTOS Y UTILIDADES		20%		7.59
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0%		0
	VALOR PROPUESTO POR C/.		U		45.52

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	11.6		**UNIDAD :**	mes	
DETALLE:	CONTROL DE RESIDUOS		**RENDIMIENTO**		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANT.**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
HERRAMIENTAS MENORES (5 % MO)					10.02
			PARCIAL M		10.02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANT.**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
Peón	4.000	3.13	12.52	16.0000	200.32
			PARCIAL N		200.32
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**UNITARIO**	**COSTO**
			PARCIAL O		0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTOS**
			PARCIAL P		0.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				
	X=(M+N+0+P)				210.34
	INDIRECTOS Y UTILIDADES		20%		42.07
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0%		0
	VALOR PROPUESTO POR C/.		mes		252.40

OBRA:	Carretera Sacachún-La Cienega				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	11.7		**UNIDAD :**	U	
DETALLE:	PROTECCION PARA EL TRABAJADOR		**RENDIMIENTO**		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANT.**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
			PARCIAL M		0.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANT.**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO UNITARIO**
			PARCIAL N		0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**UNITARIO**	**COSTO**
CASCOS		U	1.0000	6.5000	6.5000
BOTAS DE CAUCHO		PAR	1.0000	8.0000	8.0000
CUANTES DE CUERO		PAR	1.0000	3.7000	3.7000
TAPON AURICULAR		PAR	1.0000	2.0000	2.0000
MASCARILLA DESCARTABLE		U	5.0000	0.20	1.0000
CHALECO REFLECTIVO		U	1.0000	4.20	4.2000
			PARCIAL O		25.40
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTOS**
			PARCIAL P		0.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				
	X=(M+N+0+P)				25.40
	INDIRECTOS Y UTILIDADES		20%		5.08
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0%		0
	VALOR PROPUESTO POR C/.		U		30.48