



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

"Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil"

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO:

**“EVALUACIÓN FUNCIONAL, ESTUDIO Y DISEÑO
DEFINITIVO DE LA VIA LA PROVIDENCIA CAHUAJI
PERTENECIENTE AL CANTON GUANO, PROVINCIA DE
CHIMBORAZO”**

AUTOR:

MARÍA ESTHEFANY CALDERÓN MORENO

DIRECTOR:

ING. HERNÁN QUINZO

RIOBAMBA - ECUADOR

2015

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título “EVALUACIÓN FUNCIONAL, ESTUDIO Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA VIA LA PROVIDENCIA CAHUAJI PERTENECIENTE AL CANTON GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, presentado por: María Esthefany Calderón Moreno y dirigida por el : Ing. Hernán Quinzo.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Víctor Velásquez
Presidente del Tribunal



Firma

Ing. Hernán Quinzo
Director del Proyecto



Firma

Ing. Ángel Paredes
Miembro del Tribunal



Firma

Riobamba, 2015-15-7

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Hernán Quinzo en calidad de Director del Proyecto de Graduación con el tema: **“EVALUACIÓN FUNCIONAL, ESTUDIO Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA LA PROVIDENCIA – CAHUAJÍ PERTENECIENTES AL CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, propuesto por la Srta. María Esthefany Calderón Moreno, egresada de la escuela de Ingeniería Civil de Facultad de Ingeniería, luego de realizada las debidas correcciones, se autoriza para imprimir el documento final y realizar los tramites correspondientes.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad facultando a la interesada hacer uso del presente como a bien tuviera.

Atentamente;



Ing. Hernán Quinzo
Director del Proyecto

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a : María Esthefany Calderón Moreno con C.C. 060424459-0e Ing. Hernán Quinzo Director del Proyecto; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



060424459-0

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento principalmente a Dios por darme la fuerza y la fé para creer en mí, por permitirme realizar y cumplir uno de mis mayores sueños, a mis padres Miguel Calderón y Carmita Moreno sublimes idealistas que con su ejemplo constante han sabido dar forma a mi mente y vigor a mi espíritu; a mi hermana Cristina Calderón por ayudarme a formar mi carácter, fuente de apoyo constante; a quien no solo ha aportado cosas positivas en mí , sino que me ha dado grandes momentos de felicidad y me ha brindado su apoyo, Aquiles; a la Universidad Nacional de Chimborazo y a mis maestros, en especial a mi asesor de tesis Ing. Hernán Quinzo por su orientación, motivación y persistencia ya que han sido fundamentales para mi formación académica; al Laboratorio de Control de Calidad de los Materiales a cargo de la Ing. Cristina Polo; a mis amigos y amigas quienes han formado parte de mi vida, brindándome su tiempo y ayuda.

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño a esas personas importantes en mi vida, aquellas que estuvieron ahí para motivarme y ayudarme a cumplir uno de mis principales sueños, Papá, Mamá y Hermana , ustedes que estuvieron listos para brindarme toda su ayuda, su dedicación, su tiempo, su paciencia pero sobre todo su amor.

Quiero dedicarlo también a todas las mujeres que han decidido seguir la carrera de Ing. Civil, no es un camino fácil, en una profesión machista pero destacamos con delicadeza y también con nuestro temple.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Título de proyecto	15
1.2. Problematización	15
1.2.1. Identificación del problema	15
1.2.2. Análisis crítico	15
1.2.3. Prognosis	16
1.2.4. Delimitación	17
1.2.5. Formulación del problema	17
1.2.6. Objetivos	17
1.2.7. Justificación	17

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.1.1. Ubicación geográfica del proyecto	20
2.1.2. Población, educación y mercado laboral	20
2.1.3. Topografía del sector	22
2.2. Evaluación superficial	24
2.3. Criterios técnicos básicos	22
2.4. Condiciones y defectos de las carreteras	25

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA	27
3.1. Tipo de estudio	27
3.2. Población muestra	27
3.3. Procedimientos	28
3.3.1. Levantamiento topográfico	28
3.4. Estudio de tráfico vehicular	30
3.5. Estudio de suelos	30
3.5.1. Generalidades	30

3.5.2.	Estudio de campo	30
3.5.3.	Estudios de laboratorio	30
3.6.	Estudios hidráulicos	32
3.7.	Procesamientos y análisis	32
3.7.1.	Levantamiento topográfico	32
CAPÍTULO IV		
4.	RESULTADOS	35
4.1.	Tráfico	35
4.1.1.	Antecedentes	35
4.1.2.	Alcance	35
4.1.3.	Clasificación de los vehículos	36
4.1.4.	Tráfico actual	36
4.1.5.	Tráfico futuro	41
4.1.6.	Determinación de la clase de vía	43
4.2.	Evaluación de geometría de la vía existente	44
4.2.1.	Secciones	45
4.2.2.	Evaluación del diseño horizontal	47
4.2.3.	Evaluación del diseño vertical	49
4.2.4.	Peralte, bombeo, sobreanchos	50
4.2.5.	Evaluación geotécnica general	50
4.3.	Estudio de las alternativas	51
CAPÍTULO V		
5.	DISCUSIÓN	56
CAPÍTULO VI		
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
6.1.	Conclusiones	59
6.2.	Recomendaciones	60
CAPÍTULO VII		
7.	PROPUESTA	61
7.1.	Título de la propuesta	61
7.2.	Introducción	61

7.3. Objetivos	61
7.3.1. General	61
7.3.2. Específico	61
7.4. Criterios de diseño	62
7.4.1. Estudio de suelos	62
7.4.2. Definición de los elementos que forman parte de la geometría de la vía	72
7.4.3. Velocidad de diseño	73
7.4.4. Velocidad de circulación	74
7.5. Alineamiento horizontal	75
7.5.1. Curvatura horizontal y sobreelevación	75
7.5.2. Factor máximo de fricción lateral y tasa de sobreelevación o peralte	76
7.5.3. Radios mínimos y grados máximos de curva	77
7.5.4. Curvas horizontales de transición	82
7.5.5. Sobreancho de las curvas	86
7.5.6. Distancia de visibilidad en curvas horizontales	91
7.6. Alineamiento vertical	91
7.6.1. Curvas verticales	92
7.6.2. Pendientes	93
7.7. Coordinación entre diseño horizontal y vertical	94
7.8. Sección típica	95
7.9. Diagrama de masas	96
7.10. Drenaje	96
7.10.1. Estudios hidrológicos	97
7.10.2. Normas para el diseño hidráulico de alcantarillas y cunetas	103
7.10.3. Drenaje longitudinal	104
7.10.4. Drenaje transversal	113
7.11. Pavimento	126
7.11.1. Estudios preliminares	126
7.11.2. Adopción del CBR de diseño	126
7.11.3. Método AASHTO para el diseño del pavimento flexible	129
7.11.4. Conversión de los números estructurales	136

7.12. Fuente de materiales	142
7.13. Señalización	142
7.13.1. Señalización vertical	143
7.13.2. Señalización horizontal	145
7.14. Estudio económico	145
7.14.1. Costos directos	146
7.14.2. Costos indirectos	149
7.14.3. Presupuesto costo total	150
7.14.4. Cronograma valorado	151
7.14.5. Análisis de Precios Unitarios	153

CAPÍTULO VIII

8. BIBLIOGRAFÍA	172
------------------------------	-----

CAPÍTULO IX

9. ANEXOS	173
9.1. Anexo fotográfico	173
9.2. Estudio TPDA	177
9.3. Censo de Origen y Destino	184
9.4. Encuestas domiciliarias	185
9.5. Estudio de suelos	186
9.6. Volúmenes de obra	242
9.7. Especificaciones técnicas	258
9.8. Planos evaluación estado actual	258
9.9. Planos diseño definitivo	258

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1. Coordenadas de la comunidad La Providencia	20
Tabla2. Población de La Providencia y Guanando	20
Tabla3. Densidad Poblacional - Cantón Guano	21
Tabla4. Educación - Cantón Guano	21
Tabla5. Mercado Laboral	22
Tabla6. Población futura en 20 años	27
Tabla7. Conteo de tráfico manual	40
Tabla8. Tráfico existente	40
Tabla9. Total encuestas Origen y Destino	40
Tabla10. Tráfico Desviado	40
Tabla11. Total encuestas domiciliarias	41
Tabla12. Tráfico Inducido	41
Tabla13. TPDA actual	41
Tabla14. Tasas de crecimiento anual de tráfico vehicular	42
Tabla15. Cálculo del TPDA futuro	43
Tabla16. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA	43
Tabla17. Valores de diseño recomendadas para caminos vecinales emitidas por el MTOP	44
Tabla18. Sección Promedio de la Carretera Actual	45
Tabla19. Radios Mínimos de la Carretera Actual	47
Tabla20. Pendientes Longitudinales	49
Tabla21. Presupuesto referencial Alternativa 1	52
Tabla22. Presupuesto referencial Alternativa 2	54
Tabla23. Valores estándar CBR.....	72
Tabla24. Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño.....	74
Tabla25. Tasa de sobreelevación en porcentaje	76

Tabla26. Radio mínimos y grados máximos de Curvas Horizontales	78
Tabla27. Longitud de Desarrollo de la Sobreelevación en Carreteras de dos carriles, en metros	82
Tabla28. Sobre ancho de la calzada en curvas circulares(m) Carreteras tipo C1-C2-C3	87
Tabla29. Valores de sobre anchos para el proyecto horizontal	89
Tabla30. Distancia de visibilidad de parada	91
Tabla31. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa	92
Tabla32. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.....	93
Tabla33. Pendientes máximas	94
Tabla34. Valores mínimos de diseño de coeficiente	95
Tabla35. Información meteorológica en estación Riobamba – Aeropuerto	99
Tabla36. Cálculo de coeficiente de escorrentía según el tipo de superficie	100
Tabla37. Cálculo de coeficiente de escorrentía según la pendiente y el tipo de suelo	100
Tabla38. Intensidades máximas de lluvia	101
Tabla39. Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales	104
Tabla40. Coeficiente de Rugosidad “n”	104
Tabla41. Cálculo de caudales de las cuencas hidrográficas.....	115
Tabla42. Cálculo de diámetro para tuberías de descarga de alcantarillas.....	115
Tabla43. Propuesta del drenaje transversal	116
Tabla44. Propiedades tubería de alcantarilla tipo Armex.	116
Tabla45. Altura de relleno equivalente sobrecarga vehicular	121
Tabla46. Valores de C.B.R. de la Subrasante	127
Tabla47. Cálculo de Frecuencias	128
Tabla48. Factores de daño según el tipo de vehículo	130
Tabla49. Factores de distribución por dirección	130
Tabla50. Factores de distribución por carril	131
Tabla51. Cálculo de ejes equivalentes	131
Tabla52. Nivel de confiabilidad.....	133

Tabla53. Desviación estándar en función del nivel de confiabilidad	133
Tabla54. Factor de drenaje.	140
Tabla55. Diseño del Pavimento Flexible	141
Tabla56. Lista de materiales	146
Tabla57. Lista de equipos	147
Tabla58. Transporte de materiales	147
Tabla59. Lista de mano de obra	148
Tabla60. Costos indirectos	149
Tabla61. Presupuesto de la vía La Providencia - Cahujá	150
Tabla62. Cronograma valorado	152
Tabla63. Conteo manual de tráfico lunes 8 de diciembre	177
Tabla64. Conteo manual de tráfico martes 9 de diciembre	178
Tabla65. Conteo manual de tráfico miércoles 10 de diciembre	179
Tabla66. Conteo manual de tráfico jueves 11 de diciembre	180
Tabla67. Conteo manual de tráfico viernes 12 de diciembre	181
Tabla68. Conteo manual de tráfico sábado 13 de diciembre	182
Tabla69. Conteo manual de tráfico domingo 14 de diciembre	183
Tabla70. Censo de origen y destino	184
Tabla71. Encuesta domiciliaria	185
Tabla72. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 1	186
Tabla73. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 2	187
Tabla74. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 3	188
Tabla75. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 4	189
Tabla76. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 5	190
Tabla77. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 6	191
Tabla78. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 7	192
Tabla79. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 8	193
Tabla80. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 9	194
Tabla81. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 10	195
Tabla82. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 11	196

Tabla83. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 12	197
Tabla84. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 13	198
Tabla85. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 14	199
Tabla86. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 15	200
Tabla87. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 16	201
Tabla88. Determinación de límites - muestra 1	202
Tabla89. Determinación de límites - muestra 2	203
Tabla90. Determinación de límites - muestra 3	204
Tabla91. Determinación de límites - muestra 4	205
Tabla92. Determinación de límites - muestra 5	206
Tabla93. Determinación de límites - muestra 6	207
Tabla94. Determinación de límites - muestra 7	208
Tabla95. Determinación de límites - muestra 8	209
Tabla96. Determinación de límites - muestra 9	210
Tabla97. Determinación de límites - muestra 10	211
Tabla98. Determinación de límites - muestra 11	212
Tabla99. Determinación de límites - muestra 12	213
Tabla100. Determinación de límites - muestra 13	214
Tabla101. Determinación de límites - muestra 14	215
Tabla102. Determinación de límites - muestra 15	216
Tabla103. Determinación de límites - muestra 16	217
Tabla104. Ensayo Próctor - muestra 1	218
Tabla105. Ensayo Próctor - muestra 2	219
Tabla106. Ensayo Próctor - muestra 3	220
Tabla107. Ensayo Próctor - muestra 4	221
Tabla108. Ensayo Próctor - muestra 5	222
Tabla109. Ensayo Próctor - muestra 6	223
Tabla110. Ensayo Próctor - muestra 7	224
Tabla111. Ensayo Próctor - muestra 8	225
Tabla112. Ensayo Próctor - muestra 9	226

Tabla113. Ensayo Próctor - muestra 10	227
Tabla114. Ensayo Próctor - muestra 11	228
Tabla115. Ensayo Próctor - muestra 12	229
Tabla116. Ensayo Próctor - muestra 13	230
Tabla117. Ensayo Próctor - muestra 14	231
Tabla118. Ensayo Próctor - muestra 15	232
Tabla119. Ensayo Próctor - muestra 16	233
Tabla120. Ensayo CBR - muestra 1	234
Tabla121. Ensayo CBR - muestra 2	236
Tabla122. Ensayo CBR - muestra 3	238
Tabla123. Ensayo CBR - muestra 4	240

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico1. Alternativa 1.....	53
Gráfico2. Alternativa 2.....	55
Gráfico3. Velocidad del Proyecto	74
Gráfico4. Elementos de la curva simple	79
Gráfico5. Elementos de la curva con espirales	83
Gráfico6. Transición del peralte y sobre ancho	87
Gráfico7. Sección transversal	95
Gráfico8. Curva de masa tipo	96
Gráfico9. Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia - Zona 16.....	102
Gráfico10. Áreas de aportación	102
Gráfico11. Cuneta tipo lateral al pies del talud	105
Gráfico12. Cuneta tipo lateral de relleno	106
Gráfico13. Cuneta tipo triangular	109
Gráfico14. Dimensiones de la cuneta de coronación tipo	111
Gráfico15. Curva de frecuencias vs CBR	128
Gráfico16. Aplicación "Número Estructural-AASHTO 93	135
Gráfico17. Variación de los Coeficientes de capa "a3"	137
Gráfico18. Variación de los Coeficientes de capa "a2"	138
Gráfico19. Variación de los Coeficientes de capa "a1"	139
Gráfico20. Señales preventivas	143
Gráfico21. Señales reglamentarias	144
Gráfico22. Señales informativas	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Referencia de la vía existente	29
Figura 2. Levantamiento topográfico de vía existente	29
Figura 3. Carretera con radio de curva menor que la mínima	48
Figura 4. Detalle de la vía actual	50
Figura 5. Afectación de la vía por ausencia de drenaje	51

RESUMEN

Es vital que se construyan vías y carreteras en todas las zonas geográficas que faciliten a los habitantes a trasladarse de un lugar a otro, sobre todo en las zonas en donde los habitantes necesitan llevar sus productos a diferentes lugares y así disminuya el tiempo de recorrido entre los pueblos y garantice el desarrollo social y económico del sector.

La vía "La Providencia - Cahuají" ha sido afectada por lluvias que se presentan constantemente durante la estación invernal, produciendo aluviones que afectan a la vía y a sus alrededores exponiendo la vida de los habitantes de la zona, sumado a esto que no cuenta con un sistema de drenaje para la evacuación de las agua fluviales.

Debido a que la vía se encuentra cercana al volcán Tungurahua, en procesos de erupción del mismo, las comunidades se ven afectadas, es sumamente importante contar con una carretera con óptimas condiciones que cumpla con las normativas y diseño geométrico adecuado para que sea una vía apropiada en caso de evacuación.

Por estos motivos y luego de evaluar las condiciones en las que se encuentra la vía se vio necesario realizar un diseño geométrico definitivo que cumpla con los requerimientos de Ministerio de Transporte y Obras Públicas y técnicas de diseño de carreteras vigentes en el país.

Para la elaboración del proyecto es necesario realizar un trabajo de campo y posterior a ello un trabajo de oficina. Se toma en cuenta lo siguiente: descripción y análisis actual de la vía, estudio de tráfico Transito Promedio Diario Anual y el levantamiento de la franja topográfica. Con la obtención de estos datos se procede a realizar el diseño geométrico, obras complementarias, análisis económico, estudios definitivos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA

CENTRO DE IDIOMAS



SUMMARY

Ing. Hugo Romero

14 de Julio de 2015

It is vital that roads and highways are built in all geographic areas to facilitate residents to move from one place to another, especially in areas where people need to get their products to different places and so reduce the travel time between peoples and ensure social and economic development of the sector.

The road "Providence - Cahuaji" has been affected by rains constantly present during the winter season, causing floods that affect the road and around exposing the lives of the inhabitants of the area, in addition to that which does not have a drainage system for evacuation of river water.

Because the road is near the Tungurahua volcano in eruption processes thereof, affected communities, it is extremely important to have an optimal road conditions complying with regulations and appropriate geometric design to be an appropriate route in case of evacuation.

For these reasons and after evaluating the conditions under which lies the route was necessary to make a definite geometric design that meets the requirements of Ministry of Transport and Public Works and road design techniques force in the country.

For the preparation of the project is necessary fieldwork and subsequent to it an office job. The following is taken into account: description and analysis of the current route, traffic study Average Annual Daily Traffic, TPDA and the lifting of topographic strip. By obtaining these data is determined, the geometric design, complementary works, economic analysis, definitive studies.



1. INTRODUCCION

Al transcurrir los años el sistema de movilización y de diseño de vías ha ido cambiando y se ha ido modernizando, a raíz de ello se utiliza nuevos métodos y el uso de nuevos equipos que facilitan el trabajo de diseño de vías.

Una buena carretera cumple un papel importante en el desarrollo de la población, ya que las comunidades se encuentran en crecimiento continuo es obligatorio buscar mecanismos de acceso para la comunicación de las comunidades que permitan el traslado de un lugar al otro con facilidad y comodidad.

En la presente investigación realizaré la Evaluación donde se analizará los factores más importantes, que serán: secciones transversales, sistema de drenaje, trazado geométrico. Con este proyecto de graduación se pretende planificar el proyecto de la carretera que une las comunidades "La Providencia - Cahuaji" de acuerdo a los parámetros de diseño de: "Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP"¹.

Para que el proyecto sea factible es necesario organizar un sistema de gestión que cumpla los siguientes procesos directos : a) Planificación. b) Programación, c) Ejecución y d) Evaluación.

¹ MTOP: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

1.1. Título de proyecto

EVALUACIÓN FUNCIONAL, ESTUDIO Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA VIA LA PROVIDENCIA CAHUAJI PERTENECIENTE AL CANTON GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

1.2. Problematización

1.2.1. Identificación del problema

De acuerdo a los problemas que se desean resolver es necesario identificar, analizar todas las posibles opciones para el mejoramiento de la vía. Actualmente en la vía que une el Barrio La Providencia con Cahuají pertenecientes al Cantón Guano, Provincia de Chimborazo se identificó lo siguiente: La vía es de tierra, cuenta con variados anchos de vía, existen muchas curvas y contra curvas muy cerradas de radios muy bajos, curvas cerradas pronunciadas, ausencia de cunetas, empozamiento de agua, inexistencia de un sistema de drenaje tanto longitudinal como transversal.

Dichos problemas traerán consecuencias como:

- Alto índice de accidentes en las curvas cerradas.
- Incumplimiento de la normativa con los radios mínimos de curvaturas y las pendientes longitudinales.
- Ausencia de estética y armonía en toda la vía.
- Deterioro de la obra básica de la vía.
- Acumulación de agua por la falta del sistema de drenaje.
- Desmoronamiento de taludes.
- Presencia de aluviones.

1.2.2. Análisis crítico

La construcción de las vías óptimas tiene gran importancia porque facilitan el traslado de los habitantes de las poblaciones cercanas y en este caso al ser agricultores

proporcionan el traslado de sus productos a diferentes lugares, de esta manera se garantiza el desarrollo socioeconómico del sector.

Para que las vías cumplan con un ciclo de vida útil es necesario brindar un mantenimiento continuo, por lo tanto se debe realizar evaluaciones funcionales y estructurales a las vías cada cierto periodo con el fin de conocer si la vía se encuentra en óptimas condiciones.

Esta vía beneficia al barrio y comunidades antes mencionados, dichas poblaciones se dedican a la agricultura lo cual poseen dificultad al momento de transportar sus productos debido a la inexistencia de una infraestructura vial cómoda, se dedican además a la ganadería y algunas pequeñas industrias de artesanías, es por ese motivo la necesidad de contar con una vía en buen estado para poder transportar sus productos y mercaderías. También es importante resaltar q la vía actual presenta daños principalmente en la estructura de la capa de rodadura y sistema de drenaje.

El diseño de los elementos que constituyen la vía son el producto de estudios de ingeniería (suelos, materiales, topográficos y geológicos), recopilación de información, análisis de datos hidrológicos.

El fin de realizar la propuesta de dos alternativas de diseño nos ayuda para conocer cuál es la más económica y más viable de acuerdo a criterios profesionales, de igual forma se realizara la programación de la obra para su posterior construcción.

1.2.3. Prognosis

El proyecto pretende solucionar diversos problemas de comunicación entre comunidades, barrios con el fin de lograr una circulación vehicular fluida, sin interrupción mediante un diseño óptimo, el cuál cumpla con las normas de diseño y especificaciones técnicas vigentes en el País, de esta manera contará con los carriles necesarios según el estudio de tráfico proyectado como también su vida útil. Nuestra

fin es que mejore la seguridad y el confort tanto de los peatones como de los conductores que le den uso a esta vía.

1.2.4. Delimitación

Inicia en el Barrio La Providencia, atravesando las comunidades de Guanando hasta llegar a Cahujá, pertenecientes a la Parroquia La Providencia en el Cantón Guano, Provincia de Chimborazo.

Se procederá a realizar un estudio técnico y se recopilará información de la vía actual en las instituciones públicas con la competencia en construcción y mantenimiento de vías, así mismo se investigara en las instituciones y Cantones beneficiados.

1.2.5. Formulación del problema

¿Qué se pretende obtener con la evaluación funcional, estudio y diseño definitivo de la vía La Providencia Cahujá pertenecientes al Cantón Guano, Provincia de Chimborazo?

1.2.6. Objetivos

1.2.6.1. General

Realizar la evaluación funcional, estudio y diseño definitivo de la vía La Providencia Cahujá pertenecientes al Cantón Guano, Provincia de Chimborazo.

1.2.6.2. Específicos:

- Realizar el trazado de la vía actual.

- Realizar la Evaluación y Valoración Funcional de los componentes de la vía.
- Determinar el estudio de tráfico de la vía y su proyección para la vida útil del proyecto.
- Hacer el estudio de las propiedades físico-mecánicas y geológicas de la zona del proyecto.
- Plantear dos alternativas de Diseño Geométrico y Sistema de drenaje de la Vía.
- Efectuar el diseño definitivo de la alternativa seleccionada.
- Establecer la evaluación económica y programación de obra del diseño definitivo.

1.2.7. Justificación

La investigación constituye un gran aporte para la sociedad involucrada, ya que se aborda un tema de interés en el cual se evidencia cual es la incidencia que tiene el diseño geométrico y el diseño de pavimento para los habitantes y transeúntes de la vía.

El diseño de la vía es indispensable debido a que al no contar con un sistema de drenaje en ocasiones en donde se producen fuertes precipitaciones la vía se convierte en intransitable

Además cumpliría la función de comunicar al el Barrio La Providencia, las comunidades Pungal el Quinche, Pungal San Miguel, Guanando, San José de Chazo con Cahuají.

Tras observar la mala concepción de la vía y los problemas ya antes mencionados, además otro problema es la demanda de vehículos, falta mantenimiento, crecimiento poblacional y agrícola.

Las poblaciones beneficiarias tienen la necesidad de contar con una vía que cumpla con las normas técnicas de diseño, por esta razón los estudiantes de la Universidad Nacional de Chimborazo, de la Facultad de Ingeniería Civil, se ven en la necesidad de realizar el Estudio y Diseño definitivo de la vía.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Ubicación geográfica del proyecto

La vía que une el Barrio La Providencia con Cahuají, pertenecientes al Cantón Guano, Provincia de Chimborazo, es parte de la red vial interparroquial del Cantón Guano, tiene una distancia de 8 km. Comienza en el Barrio La Providencia pasando por la comunidad de Guanando y termina uniéndose con Cahuaji.

LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
9828374	773408.156	2458 m

*Tabla1. Coordenadas de la comunidad La Providencia
Elaborado por: Esthefany Calderón*

2.1.2. POBLACIÓN, EDUCACIÓN Y MERCADO LABORAL

POBLACIÓN		
DESCRIPCIÓN	LA PROVIDENCIA	GUANANDO
Censo del 2001		
Hombres	251	172
Mujeres	266	147
Total	517	319
Censo del 2010		
Hombres	267	183
Mujeres	286	158
Total	553	341

*Tabla2. Población de La Providencia y Guanando
Elaborado por: Esthefany Calderón*

La tasa de crecimiento poblacional entre los dos censos fue de 1,37% .²

LOCALIDAD	AREA Km2	Población al 2010	DENSIDAD Hab/Km2
Guano Urbano	3,98	7758	1949,6
Guano Rural	86,29	8759	101,5
Guananado	12,04	341	28,33
Ilapo	36	1662	46,17
La Providencia	9,47	553	58,38
San Andres	159,6	13481	84,47
San gerardo de Pacaicagan	6,4	2439	380,99
San Isidro de Patulu	78,46	4744	60,46
San Jose de Chazo	15,74	1037	65,87
Santa Fe de Galan	30,24	1673	55,33
Valparaiso	21,49	404	18,8
TOTAL	459,719	42851	93,21

*Tabla3. Densidad Poblacional - Cantón Guano
Elaborado por: Equipo Técnico GADM del cantón Guano*

Los factores tales como posibilidades de desarrollo de la agricultura y ganadería, proximidad a los ríos y fuentes de agua, la actividad comercial inciden de forma decisiva en la distribución espacial de la población.

EDUCACIÓN		
GUANO	MUJERES	HOMBRES
Tasa de analfabetismo	14,20%	6,90%
Escolaridad	6,6	7,7
*T. neta asistencia Primaria	94,70%	94,80%
*T. neta asistencia Secundaria	70,20%	71,40%
*T. neta asistencia Superior	22,40%	19,50%
*T. neta asistencia Básica	89,80%	90,90%
*T. neta asistencia Educa. Media	51,50%	51,30%

*Tabla4.Educación - Cantón Guano
Fuente: INEC*

² INEC, censos de Población y Vivienda años 2001-2010

MERCADO LABORAL		
GUANO	MUJERES	HOMBRES
Tasa global de participación laboral	42,70%	65,30%
Población en edad de trabajar (10 Años y mas)	17,964	15,982
Población económicamente activa PEA (10 años y mas)	7,668	10,432

Tabla5. Mercado Laboral

Fuente: INEC

2.1.3. Topografía del sector

La Providencia y Cahujá son comunidades que se encuentran en un sector montañoso, ondulado, su clima es típico de la región interandina.

2.2. Evaluación superficial³

El sistema de conservación vial.

La mejor manera de hacer frente a la tarea de conservar las carreteras pasa, en primer lugar, por la necesidad de organizar un sistema de gestión que cubra en lo posible las diversas funciones: administrativas, técnicas de ingeniería y financieras, involucradas en esta tarea que debe ser permanente y que pueden ser agrupadas bajo los siguientes procesos directos: a) Planificación, b) Programación, c) Ejecución y d) Evaluación y control.

La planificación se inicia con la necesidad de tener una clara y completa visión de la función asignada a la autoridad competente. Por ello, deberá especificarse oficialmente la carretera o conjunto de carreteras que son de competencia directa y

³ Manual para la Conservación de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, MTC PERÚ

exclusiva de la unidad ejecutora de la conservación vial y de los recursos asignados a esta función.

Las directivas y manuales de la entidad fijan los objetivos de la función y sus alcances previstos: administrativos, técnicos y operativos, de manera que enmarcan las actividades que realiza la entidad competente.

En el proceso, la jefatura de conservación vial deberá proceder a realizar periódicamente el inventario de condición de las carreteras asignadas a su competencia. A partir del inventario y del conocimiento de los recursos con que se cuenta, la jefatura de la unidad y sus técnicos deberán:

1° Identificar las deficiencias que presentan los caminos y, en general, los problemas existentes de la infraestructura vial a su cargo.

2° Proceder a la etapa de programación de las obras de conservación vial y presupuestarlas, con metas mensuales.

Inventario de condición y evaluación de las carreteras

El inventario de condición se inicia con la identificación de segmentos homogéneos de los caminos a cargo de la jefatura de conservación vial. La condición de homogeneidad se califica por la similitud de la naturaleza física del territorio (costa, sierra, selva), las características de la carretera (afirmada o de tierra) y la demanda de usuarios (clase de carretera).

Se procede luego a levantar la información de la condición de cada segmento vial

homogéneo. Para esta actividad existen procedimientos técnicos muy variados a los que se puede acudir según la literatura especializada. En este manual se recomienda, por razones de práctica universal y optimización del esfuerzo con relación a la precisión requerida para el caso de carreteras no pavimentadas, un método visual.

La información recopilada será presentada en formatos Titulados Formato de inventario de condición vial.

De acuerdo al volumen de tránsito, se identifica la clase de camino.

2.3. Criterios técnicos básicos

En el tema de conservación vial, el ingeniero debe considerar importante que la superficie puede cambiar literalmente de la noche a la mañana, debido que la naturaleza es inesperada.

Consecuentemente, la calificación de la condición de una carretera no pavimentada deberá basarse principalmente en sus características mayores y, secundariamente, en su condición operativa.

Los más importantes factores por evaluar serán: *la sección transversal, el sistema de drenaje, la calidad de la capa de rodadura y el trazado geométrico*. La calidad de la capa de rodadura alcanza con la mezcla más estable posible de gravas y finos bien dosificados, con tamaño máximo de 7 cm, de características angulosas, de arenas y de finos plásticos que actuarán como ligantes.

La sección transversal deberá tener un adecuado perfil de bombeo de su superficie (corona), recomendable entre 2 y 4%, y un buen sistema lateral de drenaje de la capa de afirmado.

La profundidad requerida (espesor) de la capa de rodadura (afirmado) dependerá de la calidad del suelo de subrasante natural y de lo pesado del tránsito. Para la mayoría de las situaciones, el espesor de afirmado requerido estará en 15 cm. Espesores mayores serán necesarios para el caso de la presencia de suelos pobres y/o de tránsitos pesados. El uso de geotextiles para el caso de suelos muy pobres puede significar una solución técnica que mejorará el comportamiento de los caminos afirmados.

Otros aspectos son los referidos al control del polvo y las superficies que presentan disgregaciones por efecto del escurrimiento superficial del agua, que son importantes

para el servicio total de la carretera. Sin embargo, resultan ser secundarias porque pueden cambiar rápidamente por efectos climatológicos o por la conservación.

Entonces, estas condiciones no debieran influenciar la atención primaria de la carretera (trazado, sección, drenaje y espesor de la capa de rodadura). Consecuentemente, los deterioros superficiales y otros visibles, en general constituyen indicadores importantes de problemas de drenaje y del afirmado.

2.4. Condiciones y defectos de las carreteras

La ingeniería vial busca un procedimiento para conservar un buen nivel operativo que cubra la actividad básica en la planificación.

El instrumento más usado es el procedimiento visual, el cual se relaciona a una calificación que divide a las carreteras o grupos de carreteras a una residencia de conservación vial, a continuación se describe la metodología para calificar la condición de una carretera afirmada (de grava o tierra), como sigue:

a) Geometría de la corona

La altura y condición de la corona va relacionada con la pendiente del bombeo y su prolongación hacia las cuneta.

b) Superficie de rodadura

El espesor de la capa de rodadura y la calidad de la mezcla facilita la evacuación del agua hacia las cunetas, además es la que soporta las cargas de tránsito.

c) Deformaciones de la superficie:

Presencia de encalaminados, baches, huecos o ahuellamientos.

d) Drenaje

Contar con un adecuado sistema de drenaje transversal y longitudinal el cual facilite el encausamiento del agua superficial y lo lleve hacia afuera del camino.

e) Deterioro del medio ambiente, por deslizamientos o desestabilización de taludes y cursos de agua.

Calidad del trazado del camino para lograr optimizar la inversión, evitando cortes y rellenos excesivos.

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de estudio

- **Estudio de Campo:** Mediante el estudio de campo haremos el levantamiento de la faja topográfica, elaboración del TPDA y obtención de información básica.
- **Estudio Evaluativo:** Con el estudio evaluativo, evaluaremos el diseño geométrico actual de la vía.
- **Estudio Analítico:** En este estudio se realizara un análisis del diseño actual de la vía, que cumplan la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12..

3.2. Población muestra

La investigación se fundamenta en la carretera que une La Providencia con la Vía Cahujá -Pillate - Cotaló. La población actual de la comunidad La Providencia es de 553 habitantes y de la comunidad de Guanando es de 341 habitantes, su población futura se realizara para 20 años con una tasa de crecimiento de 1.37%.⁴

POBLACIÓN FUTURA EN 20 AÑOS		
Pa	894	Hab
n	20	Años
i	1,37%	Incremento
Pf	1174	Hab

*Tabla6. Población futura en 20 años
Elaborado por: Esthefany Calderón*

⁴ Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guano con Compromiso y Participación Ciudadana 2012 - 2022

$$Pf = Pa * 1 + i ^ n$$

Dónde:

Pf = Población Proyectada

Pa = Población Actual

i = Tasa de crecimiento Poblacional

n = Número de años proyectado

3.3. Procedimientos

3.3.1. Levantamiento topográfico

SITUACIÓN ACTUAL DE LA VÍA

- **Recorrido y Levantamiento Fotográfico de campo:** Se realiza el recorrido visual y descriptivo general con el fin de determinar cada uno de los elementos con los que cuenta actualmente la vía con la ayuda de instrumentos como una tabla para el inventario y una cámara fotográfica.

- **Levantamiento de Campo:** Se efectúa un recorrido por el eje de la vía con el fin de obtener el alineamiento horizontal aproximado para la colocación de los BM y conocer la longitud de la vía.

En el recorrido se observa calzada, taludes, con el fin de observar los componentes de drenaje de la vía.

- **Levantamiento Topográfico:** Se realiza el levantamiento de la faja topográfica en función principalmente del eje de trazo de la carretera existente, el levantamiento se lo realiza tomando en cuenta cada uno de los elementos geométricos para lo cual se utilizó los siguientes materiales e instrumentos:

1. Software CIVIL 3D 2015



*Figura 1. Referencia de vía existente
Elaborado por: Esthefany Calderón*



*Figura 2. Levantamiento topografico de vía existente
Elaborado por: Esthefany Calderón*

3.4. Estudio de tráfico vehicular

Para realizar el diseño geométrico de la vía es necesario conocer el Transito Promedio Diario Anual, ya que el tránsito es la variable mas importante en el diseño con el fin de conocer las cargas que los vehículos ejercerán obre la vía.

Es de suma importancia considerar estas fluctuaciones en la demanda del tránsito si se desea que las infraestructuras viales sean capaces de dar cabida a las demandas vehiculares máximas.

3.5. Estudio de suelos

3.5.1. Generalidades

Usando muestras de suelo representativas se realizó ensayos en el laboratorio los cuales sirven para establecer espesores mínimos de los elementos estructurales que conforman la vía.

3.5.2. Estudio de campo

El objetivo del estudio es reconocer las características físico-mecánicas de los materiales del terreno de fundación, para ello se realizó en el eje de la vía calicatas, con una profundidad de 1m y una longitud de 500 m, las cuales se llevaron al laboratorio para su clasificación y estudio.

3.5.3. Estudios de laboratorio

El procedimiento de laboratorio tiende a complementar las labores de campo, aquí las muestras son clasificadas y seleccionadas usando la norma ASTM D-2488.

El procedimiento a seguir fue el siguiente:

- Se realizó un recorrido por la vía para observar el estado actual del suelo.

- Se decidió las zonas de donde se iba a realizar las perforaciones para la toma de muestras.
- Se tomó muestras representativas del suelo.
- se registro cada perforación.
- Se evaluó los resultados.
- Se evaluó el diseño de Pavimentos.

Cabe comentar que mientras más representativa sea la muestra de suelo, los resultados saldrán mas próximos a la realidad. e realizaron los siguientes ensayos en el laboratorio:

- Granulometría: "Análisis Granulométrico en los áridos fino y grueso" NTE INEN 0696:2011.
- Límite líquido: "Determinación del Límite Líquido método casa Grande" NTE 0691:82.
- Límite plástico: "Determinación del Límite Plástico" NTE INEN 0692:82.
- Compactación: uso Relación densidad humedad, método AASHTO T 180-93.
- CBR: Diseño, para el uso estructural del pavimento, método ASTM D 698-70.
- Diseño de Pavimento Estructural Flexible: Método AASHTO 1993.

3.6. Estudios hidráulicos

A lo largo del trazado de la carretera se requiere diseñar las obras de drenaje para la diferentes corrientes de agua para un correcto funcionamiento y operación de la carretera; tiene cuatro funciones principales:

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

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

Para la evaluación Hidrológica e Hidráulica se procederá a analizar la información recopilada del INAMHI⁵ para determinar el caudal de la zona.

3.7. Procesamientos y análisis

3.7.1. Levantamiento topográfico

3.7.1.1. Características físicas de relieve

⁵ INAMHI: Instituto Nacional De Meteorología e Hidrología

La topografía del terreno, es un factor determinante en la elección de los diferentes parámetros que intervienen en el diseño de la vía, nos determina si sus características son de un terreno: plano, ondulado, montañoso o escarpado.

3.7.1.2. Levantamiento de la poligonal base

Para este proyecto se realizó el levantamiento de una faja topográfica en los dos laterales de la vía, 30 metros aproximadamente del eje de la vía en ambos lados, esto nos permitirá conocer los detalles de taludes, casas, terrenos, cultivos, pendientes, etc.

Conocer las rutas seleccionadas tomando en cuenta detalles complementarias para la perfecta determinación del área que se desee conocer y de los accidentes u objetos que es necesario localizar.

3.7.1.3. Nivelación geométrica de la vía

Durante las últimas décadas los levantamientos topográficos han ido incorporando instrumentos de última tecnología entre los que se puede mencionar el GPS estacionario, la característica de mayor importancia se evidencia en el proceso de captura, almacenamiento, cálculo y transmisión de datos de campo, así como en la representación gráfica de los mismos, esto ha traído como consecuencia la posibilidad de obtener un producto con mayor precisión y rapidez.

Se entiende por levantamiento topográfico al conjunto de actividades que se realizan en el campo con el objetivo de capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno.

El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema que hace uso de un conjunto de satélites. Está conformado también por receptores que captan las señales emitidas por los satélites. El instrumento recibe la señal del satélite calculando las coordenadas del punto deseado.

El levantamiento de la faja topográfica de 30m a cada lado de este proyecto se lo realizó utilizando un GPS estacionario, durante el levantamiento fue necesario establecer 3 bases para levantar los 8 kilómetros.

Uno en la abscisa 0+000, en la abscisa 3+000 y la última en la abscisa 6+000, se debía tener cuidado de contar con el clima óptimo, sin neblina y debía estar despejado para obtener las coordenadas con precisión.

4. RESULTADOS

4.1. Tráfico

4.1.1. Antecedentes

Debido a las características geométricas y condiciones de la rasante, la vía actual posee bajas condiciones de operación vehicular. Su terreno es montañoso, con ancho de secciones variable y con pendientes lo que dificulta la circulación de los vehículos grandes.

Es necesario realizar el estudio de tráfico con el fin de determinar y proyectar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que nos permite conocer el volumen de tráfico real que tendrá la vía ya que esta afecta directamente las características de diseño geométrico. Se ha estimado realizar el diseño con proyección a 20 años debido a que TPDA en esta vía es mínimo pero al mejorarla esta aumentará en tráfico.

Existe dos tipos de conteo: manuales y automáticos.

4.1.2. Alcance

El alcance, se fundamenta en la realización de conteo de tráfico⁶ mediante procesos manuales, dependiendo del tipo de vehículo. Además se realizan censos de origen y destino⁷ en un punto estratégico en la abscisa 1+000 y encuestas domiciliarias⁸.

⁶ Modelo: "Conteo de Tráfico" Vía La Providencia - Cahuají, ANEXOS

⁷ Modelo: "Encuesta de Origen y Destino" Vía La Providencia - Cahuají, ANEXOS

⁸ Modelo : "Encuestas Domiciliarias" Vía La Providencia - Cahuají, ANEXOS

Tanto los conteos volumétricos como encuestas de de origen y destino se ejecutó durante siete días, empezando el lunes 8 de Diciembre del 2014 y terminando el 16 de Diciembre del mismo año, durante 12 horas a partir de las 6h00 de la mañana hasta las 18h00. Estos datos ayudará a determinar el volumen existente en la zona.

Con estos datos se realizará una proyección a 20 años con las tasas de crecimiento establecidas por la norma.

4.1.3. Clasificación de los vehículos

Livianos: Son los automóviles, camionetas de dos ejes con tracción sencilla, así como camionetas con cajón y camiones livianos de reparto.

Buses: Aquellos que poseen dos o más ejes, seis o más ruedas, se los usa para transporte de pasajeros, destinados para el servicio público o escolar.

Pesados: Destinados al transporte de mercadería y carga, cuenta con dos o más ejes, seis o más ruedas, estos pueden ser volquetas, camiones, remolques y semi remolques.

4.1.4. Tráfico actual

De acuerdo a las disposiciones del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), sugiere que para vías de acuerdo a las características es esta vía en estudio se determinará el tráfico actual mediante la sumatoria del tráfico existente, desviado e inducido.

- Trafico Existente

Es el que se obtiene a través de los conteos realizados en la abscisa durante 7 días en la carretera que se está usando antes de la rehabilitación y el diseño.

Fecha: Lunes, 8 de Diciembre 2014				
HORA	VEHICULO TIPO			TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
6:00 - 8:00	3	1	1	5
8:00 - 10:00	5	0	2	7
10:00 - 12:00	8	1	0	9
12:00 - 14:00	5	0	2	7
14:00 - 16:00	2	1	1	4
16:00 - 18:00	6	1	0	7
18:00 - 20:00	2	0	0	2
20:00 - 22:00	3	0	0	3
22:00 - 00:00	0	0	0	0
00:00 - 2:00	0	0	0	0
2:00 - 4:00	0	0	0	0
4:00 - 6:00	0	1	0	1
Total:	34	5	6	45
Fecha: Martes, 9 de Diciembre 2014				
HORA	VEHICULO TIPO			TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
6:00 - 8:00	4	1	2	7
8:00 - 10:00	3	0	1	4
10:00 - 12:00	5	1	2	8
12:00 - 14:00	3	1	1	5
14:00 - 16:00	2	0	1	3
16:00 - 18:00	4	1	0	5
18:00 - 20:00	2	0	1	3
20:00 - 22:00	2	0	0	2
22:00 - 00:00	0	0	0	0
00:00 - 2:00	0	0	0	0
2:00 - 4:00	3	0	0	3
4:00 - 6:00	4	1	1	6
Total:	32	5	9	46
Fecha: Miércoles, 10 de Diciembre 2014				
HORA	VEHICULO TIPO			TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
6:00 - 8:00	3	1	1	5
8:00 - 10:00	4	0	3	7

Continua -->

HORA	VEHICULO TIPO			TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
10:00 - 12:00	6	1	1	8
12:00 - 14:00	4	0	2	6
14:00 - 16:00	3	1	1	5
16:00 - 18:00	4	1	1	6
18:00 - 20:00	3	0	0	3
20:00 - 22:00	1	0	0	1
22:00 - 00:00	0	0	0	0
00:00 - 2:00	0	0	0	0
2:00 - 4:00	0	0	0	0
4:00 - 6:00	0	0	0	0
Total:	28	4	9	41

Fecha : Jueves, 11 de Diciembre 2014

HORA	VEHICULO TIPO			TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
6:00 - 8:00	4	1	3	8
8:00 - 10:00	6	0	1	7
10:00 - 12:00	5	1	1	7
12:00 - 14:00	3	0	2	5
14:00 - 16:00	1	1	1	3
16:00 - 18:00	2	0	0	2
18:00 - 20:00	4	0	0	4
20:00 - 22:00	3	0	1	4
22:00 - 00:00	0	0	0	0
00:00 - 2:00	1	0	0	1
2:00 - 4:00	0	0	0	0
4:00 - 6:00	1	1	2	4
Total:	30	4	11	45

Fecha: Viernes, 12 de Diciembre 2014

HORA	VEHICULO TIPO			TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
6:00 - 8:00	3	1	2	6
8:00 - 10:00	5	0	1	6
10:00 - 12:00	3	1	3	7
12:00 - 14:00	3	0	1	4
14:00 - 16:00	6	1	0	7
16:00 - 18:00	3	1	1	5
18:00 - 20:00	4	0	2	6

Continua -->

HORA	VEHICULO TIPO			TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
20:00 - 22:00	3	0	0	3
22:00 - 00:00	1	0	0	1
00:00 - 2:00	0	0	0	0
2:00 - 4:00	0	0	0	0
4:00 - 6:00	0	0	0	0
Total:	31	4	10	45

Fecha: Sábado, 13 de Diciembre 2014

HORA	VEHICULO TIPO			TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
6:00 - 8:00	3	0	2	5
8:00 - 10:00	4	1	1	6
10:00 - 12:00	5	0	2	7
12:00 - 14:00	4	0	1	5
14:00 - 16:00	5	0	1	6
16:00 - 18:00	4	1	1	6
18:00 - 20:00	3	0	0	3
20:00 - 22:00	2	0	0	2
22:00 - 00:00	0	0	0	0
00:00 - 2:00	0	0	0	0
2:00 - 4:00	0	0	0	0
4:00 - 6:00	0	0	0	0
Total:	30	2	8	40

Fecha: Domingo, 14 de Diciembre 2014

HORA	VEHICULO TIPO			TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
6:00 - 8:00	6	1	1	8
8:00 - 10:00	3	0	2	5
10:00 - 12:00	4	1	2	7
12:00 - 14:00	3	0	1	4
14:00 - 16:00	3	1	0	4
16:00 - 18:00	4	1	2	7
18:00 - 20:00	5	0	0	5
20:00 - 22:00	3	0	0	3
22:00 - 00:00	0	0	0	0
00:00 - 2:00	0	0	0	0

Continua -->

HORA	VEHICULO TIPO			TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2:00 - 4:00	0	0	0	0
4:00 - 6:00	0	0	0	0
Total:	31	4	8	43

*Tabla 7. Conteo de tráfico manual
Elaborado por: Esthefany Calderón*

Calculamos el tráfico existente, el cual resulta de los totales de los días de conteo:

NÚMERO DE VEHICULOS (PROMEDIO DEL CONTEO)			
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
31	4	9	44
70,45%	9,09%	20,45%	100,0%

*Tabla 8. Tráfico existente
Elaborado por: Esthefany Calderón*

- Tráfico Desviado

Se basa en el censo de origen y destino realizado durante 7 días, los cuales luego de ser analizados se obtuvo:

CENSO ORIGEN DESTINO				
TIPO	No.			
AUTOMOVIL	15	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
CAMIONETA	17	32	10	18
BUS COLECTIVO O MICROBUS MADERA	10			
CAMION	18	2	1	1
TOTAL	60	Resultado de dividir para los 7 días de censo		
Dividido para los 7 días	9	y para los dos sentidos de la vía.		

*Tabla 9. Total encuestas Origen y Destino
Elaborado por: Esthefany Calderón*

NUMERO DE VEHICULOS DESVIADO (CENSO)			
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2	1	1	4
50,00%	25,00%	25,00%	100,00%

*Tabla 10. Tráfico Desviado
Elaborado por: Esthefany Calderón*

- Tráfico Inducido

Este es resultado debido a la mejora de servicio interno mejorando la calidad de vía y proyección como principal medio de transporte. Para el desarrollo del proyecto se basará en el análisis de las encuestas domiciliarias.

ENCUESTA DOMICILIARIA				
TIPO DE VEHICULO	N	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
MOTO	2	32	0	18
AUTOMOVIL	15			
CAMIONETA	17	5	0	3
CAMION PEQUENIO	18	Resultado de dividir para los 7 días de la semana y para dos usos cada 15 días.		
BUSES	0			

*Tabla 11. Total encuestas domiciliarias
Elaborado por: Esthefany Calderón*

NUMERO DE VEHICULOS INDUCIDOS (ENCUESTA)			
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
5	0	3	8
62,50%	0,00%	37,50%	100,00%

*Tabla 12. Tráfico Inducido
Elaborado por: Esthefany Calderón*

Finalmente se calcula el TPDA ACTUAL, sumando el tráfico existente, desviado e inducido.

TRAFICO ACTUAL (TPDA)			
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
38	5	13	56
67,86%	8,93%	23,21%	100,00%

*Tabla 13. TPDA actual
Elaborado por: Esthefany Calderón*

4.1.5. Tráfico futuro

El tránsito futuro está determinado en el transito actual, este estudio se base en una predicción a 20 años, el cual nos ayuda para tener las consideraciones para el diseño geométrico.

Aplicamos la fórmula de crecimiento:

$$TPDA \text{ Futuro} = TPDA \text{ Actual} (1 + i)^n$$

Ocupamos las tasas de crecimiento para la provincia de Chimborazo.

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRAFICO VEHICULAR (%)			
PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2005-2010	3,87	1,32	3,27
2010-2015	3,44	1,17	2,90
2015-2020	3,10	1,05	2,61
2020-2030	2,82	0,96	2,38

Tabla 14. Tasas de crecimiento anual de tráfico vehicular

Fuente: Consejo Provincial de Chimborazo

Cálculo tipo:

$$TPDA \text{ Futuro} = TPDA \text{ Actual} (1 + i)^n$$

$$TPDA \text{ Futuro} = 38 (1 + 0.0344)^{20} + 5 (1 + 0.0117)^{20} + 13 (1 + 0.029)^{20}$$

$$TPDA \text{ Futuro} = 75 + 6 + 23$$

$$TPDA \text{ Futuro} = 104 \frac{veh}{dia}, \text{ para el año 2035.}$$

n= 20, se calcula para periodos de diseño.

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
0	38	5	13	56
1	39	5	13	57
2	41	5	14	60
3	42	5	14	61

Continua -->

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
4	44	5	15	64
5	45	5	15	65
6	47	5	15	67
7	48	5	16	69
8	50	5	16	71
9	52	6	17	75
10	53	6	17	76
11	55	6	18	79
12	57	6	18	81
13	59	6	19	84
14	61	6	19	86
15	63	6	20	89
16	65	6	21	92
17	68	6	21	95
18	70	6	22	98
19	72	6	22	100
20	75	6	23	104

*Tabla 15. Cálculo del TPDA futuro
Elaborado por: Esthefany Calderón*

4.1.6. Determinación de la clase de vía

A partir de la información obtenida de los conteos de tráfico y la determinación de la proyección futuro del TPDA, de acuerdo a la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 podemos hacer una clasificación funcional en base al TPDA.

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE AL TPDA^d			
DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA ^d) AL AÑO DE HORIZONTE	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

*Tabla 16. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA
Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12*

C1 = Equivale a carretera de mediana capacidad

C2 = Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3 = Camino agrícola / forestal

VELOCIDAD DE PROYECTO= 40 km/h (MONTAÑOSO)

PENDIENTE MÁXIMA = 16%

4.2. Evaluación de geometría de la vía existente

Para la evaluación hacemos una comparación entre el diseño actual con la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), la cual recomienda los valores de diseño:

NORMAS	CLASE 3 CAMINO AGRICOLA FORESTAL 0-500 TPDA(1)
Velocidad de diseño (K.P.H.)	40
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	45
Distancia de visibilidad para parada (m)	45
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	285
Peralte	10%
Coeficiente "K" para:	
Curvas verticales convexas (m)	3.8
Curvas verticales cóncavas (m)	9
Gradiente longitudinal (3) máxima (%)	10%
Gradiente longitudinal (4) mínima (%)	0.50%
Ancho de pavimento (m)	6,00
Clase de pavimento	D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado
Ancho de espaldones (5) estables (m)	0,60

Tabla17. Valores de diseño recomendadas para caminos vecinales emitidas por el MTO

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12

- 1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15– 20 años, cuando se proyecta un TPDA.
- 2) Longitud de las curvas verticales: $L = K A$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algébrica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L \text{ mín} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. .
- 6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- 9) Para los caminos Clase C3, se podrá utilizar $VD = 20 \text{ Km/h}$ y $R = 15 \text{ m}$ siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

4.2.1. Secciones

La actual vía cuenta con anchos variables que oscilan desde los 4.11m hasta los 9.44m, con un ancho promedio de 6.42m, presenta ausencia de cunetas y bermas.

SECCIÓN PROMDIO DE LA CARRETERA			
ABSCISA	SECCIÓN MÍNIMA (m)	SECCIÓN MÁXIMA (m)	SECCIÓN PROMEDIO (m)
0+000 - 0+200	5,22	9,44	7,33
0+200 - 0+400	5,32	8,15	6,74
0+400 - 0+600	5,01	8,91	6,96
0+600 - 0+800	4,95	7,51	6,23
0+800 - 1+000	5,28	7,3	6,29
1+000 - 1+200	5,37	7,94	6,66
1+200 - 1+400	4,11	6,72	5,42
1+400 - 1+600	4,94	6,37	5,66
1+600 - 1+800	4,94	7,25	6,10
1+800 - 2+000	5,78	8,24	7,01
2+000 - 2+200	5,61	8,65	7,13
			Continua -->

SECCIÓN PROMDIO DE LA CARRETERA			
ABSCISA	SECCIÓN MÍNIMA (m)	SECCIÓN MÁXIMA (m)	SECCIÓN PROMEDIO (m)
2+200 - 2+400	4,55	6,91	5,73
2+400 - 2+600	4,24	9,82	7,03
2+600 - 2+800	6,16	6,95	6,56
2+800 - 3+000	5,4	8,19	6,80
3+000 - 3+200	5,75	8,75	7,25
3+200 - 3+400	6,35	6,94	6,65
3+400 - 3+600	5,08	6,48	5,78
3+600 - 3+800	5,99	6,64	6,32
3+800 - 4+000	5,29	6,99	6,14
4+000 - 4+200	5,22	8,04	6,63
4+200 - 4+400	4,72	6,17	5,45
4+400 - 4+600	3,9	6,98	5,44
4+600 - 4+800	5,52	6,93	6,23
4+800 - 5+000	5,16	6,86	6,01
5+000 - 5+200	5,73	7,35	6,54
5+200 - 5+400	4,98	6,93	5,96
5+400 - 5+600	4,55	9,67	7,11
5+600 - 5+800	4,93	9,99	7,46
5+800 - 6+000	4,93	8,48	6,71
6+000 - 6+200	5,22	8,12	6,67
6+200 - 6+400	4,68	6,77	5,73
6+400 - 6+600	4,51	7,49	6,00
6+600 - 6+800	4,83	6,65	5,74
6+800 - 7+000	5,17	7,1	6,14
7+000 - 7+200	5,69	8,5	7,10
7+200 - 7+400	4,29	7,05	5,67
7+400 - 7+600	4,36	7,76	6,06
7+600 - 7+800	4,31	7,22	5,77
7+800 - 8+000	4,95	5,43	5,19
8+000 - 8+455	5,76	13,98	9,87
PROMEDIO TOTAL			6,42

*Tabla18. Sección Promedio de la Carretera Actual
Elaborado por: Esthefany Calderón*

4.2.2. Evaluación del diseño horizontal

Actualmente la vía cuenta con radios mínimos desde 7.985m en la abscisa 1+184 m y 9.12 m en la abscisa 7+139 m , los tramos no presentan sobre-anchos ni peraltes. Para la propuesta planteada se modificará los radios mínimos de curvatura para que el usuario no sufra cambios bruscos de dirección .

RADIOS MÍNIMOS				
ABSCISA	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Longitud de Cuerda
0+000 - 0+200	0+015.96m	0+032.41m	33.870m	16.288m
0+200 - 0+400	0+296.99m	0+304.30m	33.870m	7.305m
0+400 - 0+600	0+484.88m	0+565.97m	62.980m	75.604m
0+600 - 0+800	0+682.88m	0+696.01m	33.870m	13.048m
0+800 - 1+000	0+853.43m	0+880.45m	33.870m	26.310m
1+000 - 1+200	1+184.79m	1+185.44m	7.985m	0.652m
1+200 - 1+400	1+366.15m	1+412.10m	51.725m	44.460m
1+400 - 1+600	1+650.65m	1+652.17m	7.985m	1.518m
1+600 - 1+800	1+740.24m	1+742.09m	7.985m	1.852m
1+800 - 2+000	1+851.60m	1+854.94m	7.985m	3.316m
2+000 - 2+200	2+090.39m	2+094.81m	7.985m	4.358m
2+200 - 2+400	2+215.45m	2+216.76m	7.985m	1.314m
2+400 - 2+600	2+476.76m	2+510.36m	40.381m	32.644m
2+600 - 2+800	2+616.10m	2+618.90m	7.985m	2.784m
2+800 - 3+000	2+906.05m	2+932.11m	21.542m	24.501m
3+000 - 3+200	3+045.02m	3+115.85m	60.774m	66.887m
3+200 - 3+400	3+379.99m	3+386.71m	33.960m	6.706m
3+400 - 3+600	3+495.03m	3+522.38m	198.996m	27.327m
3+600 - 3+800	3+763.97m	3+779.43m	65.210m	15.426m
3+800 - 4+000	3+875.71m	3+881.15m	83.551m	5.445m
4+000 - 4+200	4+114.86m	4+115.96m	7.985m	1.097m
4+200 - 4+400	4+279.26m	4+332.39m	426.158m	53.090m
4+400 - 4+600	4+492.75m	4+497.30m	77.508m	4.549m
4+600 - 4+800	4+598.50m	4+646.07m	279.014m	47.512m
4+800 - 5+000	4+943.16m	4+983.43m	210.639m	40.213m
5+000 - 5+200	5+129.70m	5+131.64m	7.985m	1.939m
5+200 - 5+400	5+226.68m	5+259.68m	132.894m	32.919m

Continua -->

RADIOS MÍNIMOS				
ABSCISA	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Longitud de Cuerda
5+400 - 5+600	5+569.73m	5+597.78m	24.253m	26.513m
5+600 - 5+800	5+703.87m	5+711.74m	24.300m	7.832m
5+800 - 6+000	5+943.41m	5+946.10m	7.985m	2.684m
6+000 - 6+200	6+014.75m	6+017.10m	7.985m	2.351m
6+200 - 6+400	6+226.38m	6+228.87m	7.985m	2.482m
6+400 - 6+600	6+466.23m	6+467.01m	7.985m	0.772m
6+600 - 6+800	6+692.23m	6+692.89m	7.985m	0.663m
6+800 - 7+000	6+811.85m	6+814.19m	7.985m	2.333m
7+000 - 7+200	7+139.05m	7+164.53m	9.126m	17.974m
7+200 - 7+400	7+210.59m	7+253.71m	46.383m	41.589m
7+400 - 7+600	7+599.68m	7+600.75m	7.985m	1.068m
7+600 - 7+800	7+733.38m	7+740.84m	7.985m	7.193m
7+800 - 8+000	7+851.66m	7+853.40m	7.985m	1.738m
8+000 - 8+457	8+043.98m	8+079.34m	29.450m	33.271m

*Tabla19. Radios Mínimos de la Carretera Actual
Elaborado por: Esthefany Calderón*



*Figura 3. Carretera con radios de curva menor que la mínima
Elaborado por: Esthefany Calderón*

4.2.3. Evaluación del diseño vertical

ABSCISA	PENDIENTE	
	MAX	MIN
0+000 - 0+200	6,88%	2,59%
0+200 - 0+400	4,88%	4,80%
0+400 - 0+600	8,91%	0,77%
0+600 - 0+800	8,91%	1,06%
0+800 - 1+000	9,61%	1,06%
1+000 - 1+200	9,61%	8,94%
1+200 - 1+400	8,94%	0,76%
1+400 - 1+600	2,36%	2,27%
1+600 - 1+800	2,93%	0,66%
1+800 - 2+000	4,62%	2,93%
2+000 - 2+200	4,62%	1,69%
2+200 - 2+400	4,62%	2,90%
2+400 - 2+600	2,90%	0,44%
3+000 - 3+200	2,13%	0,44%
3+400 - 3+600	5,13%	2,13%
3+600 - 3+800	6,45%	5,13%
5+000 - 5+200	7,58%	6,45%
5+200 - 5+400	7,58%	0,90%
6+400 - 6+600	2,32%	0,90%
7+000 - 7+200	7,56%	2,32%
7+200 - 7+400	7,56%	7,17%
7+400 - 7+600	7,56%	7,17%
7+800 - 8+000	10,24%	7,17%

Tabla20. Pendientes Longitudinales

Elaborado por: Esthefany Calderón

Comparando los datos de las pendientes verticales de la vía actual con las normas de la NEVI-12 en donde contempla que la pendiente máxima debe ser del 10% y la mínima de 0,50% determinamos que la vía solamente dentro del rango de las abscisas 7+800 - 8+000 se encuentra fuera del 10%, por otro lado encontramos algunas pendientes que están bajo los 0,50% .

4.2.4. Peralte, bombeo, sobreanchos

En diferentes tramos de la vía se observa que los peraltes llegan a ser del 1%, así como también ausencia de bombeo y sobre anchos. Estas características se encuentran fuera de los rangos establecidos por las Normas vigentes en el País, por lo que se realizará un rediseño de estos elementos.



Figura 4. Detalle de la vía actual
Elaborado por: Esthefany Calderón

4.2.5. Evaluación geotécnica general

La vía presenta en su 25% de longitud lastrada y un 75% de tierra, existe un deterioro debido a las lluvias y aluviones que presenta la zona, provocando desmoronamiento de taludes los cuales deben ser retirados con maquinaria para volver a reabrir la vía, al no contar con sistema de drenaje existe empozamiento y deterioro de la superficie provocando baches y huecos.



*Figura 5. Afectación de la vía por ausencia de drenaje
Elaborado por: Esthefany Calderón*

4.3. Estudio de las alternativas

Según la norma se analiza dos alternativas, las cuales se compararán para posteriormente realizar el diseño definitivo.

El análisis de las alternativas se basará en la curva N° 8 del diseño existente.

1. ALTERNATIVA 1

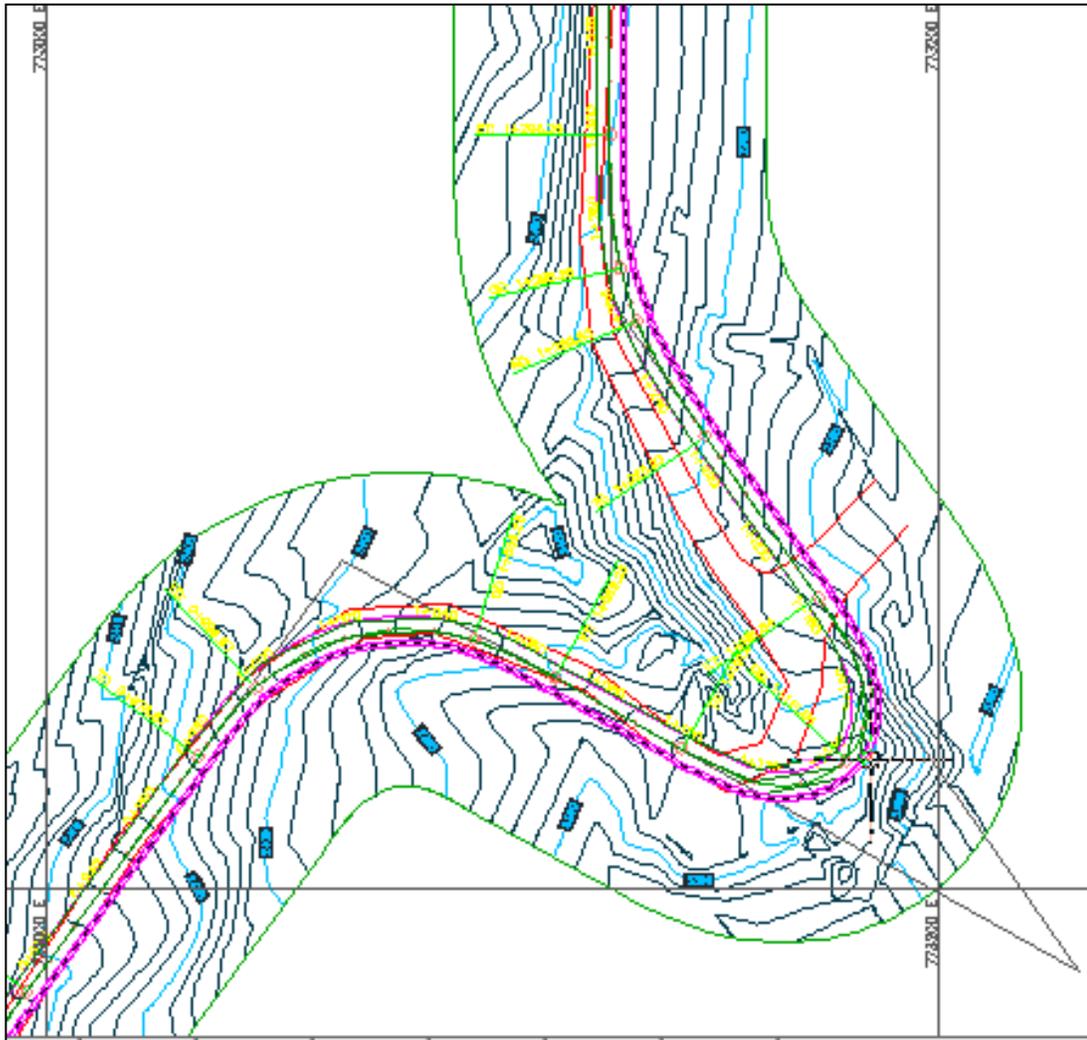
En esta alternativa se toma como base el diseño existente, con la diferencia de aumentar su radio de curvatura según las normas del NEVI-12 (Normativa Ecuatoriana Vial 2012).

Una vez realizado el diseño, se procede a calcular los volúmenes de obra, seguido del presupuesto, en donde se calcula el precio por km.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	OBRA BASICA				
302-1	Desbroce y limpieza	Ha	4,300	327,83	1.409,67
303-2(1)	Excavación sin clasificar (en suelo)	m3	66.191,95	1,20	79.430,34
303-2(6)	Desalajo de material de excavación sobrante	m3/km	354.655,26	0,30	106.396,58
	CALZADA				
403-1(3)	Subbase Clase 3 inc. Transporte	m3	7.866,59	12,84	101.006,99
405(1)-1	Base Clase 4 inc. Transporte	m3	4.213,25	16,32	68.760,28
405-2(1)	Asfalto RC para imprimación (rta 1.35 lt/m2)	lt	46.995,00	0,59	27.727,05
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en Planta	m2	52.798,70	8,56	451.956,89
	DRENAJE				
301-2.06(1)a	Remoción tubería de hormigón	m3	81,60	13,67	1.115,47
307-2(1)	Excavación y relleno para obras de arte menor	m3	148,20	3,91	579,46
503 (5)a	Hormigón simple f c= 180 kg/cm2	m3	1.988,06	152,80	303.776,18
503 (5)a	Hormigón simple f c= 210 kg/cm2	m3	44,59	159,83	7.126,82
307-3(1)b	Excavación para cunetas laterales	m3	567,57	7,03	3.990,02
602-(2A)a	Sumin. Y colocación tubería metálica D 1,20 m – e=2.5 mm	ml	88,00	262,32	23.084,16
	SEÑALIZACIÓN				
705-3(1)	Marcas de Pavimento (3 Líneas de Pintura)	ml	26.447,70	0,42	11.108,03
708-6	Señales Informativas 1.20x0.60 m	U	17,00	150,00	2.550,00
708-7	Señales Reglamentarias D=0.75 m	U	34,00	125,00	4.250,00
710	Señales Preventivas 0.75x0.75 m	U	17,00	125,00	2.125,00
					1.196.392,93

Tabla21. Presupuesto referencial alternativa 1.
Elaborado por: Esthefany Calderón

El costo por Km = 142,801.7343 dólares



*Gráfico 1. Alternativa 1 - rectificación de la curva crítica.
Elaborado por: Esthefany Calderón*

2. ALTERNATIVA 2

En esta alternativa eliminamos la curva circular N° 8 de la vía existente, sin embargo nos encontramos con un talud que se debería excavar.

Debido a que la curva existente no cumple con las especificaciones de la Norma se decidió realizar la vía sin curva.

Para lo que se realizó un presupuesto:

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
OBRA BASICA					
302-1	Desbroce y limpieza	Ha	4,300	327,83	1.409,67
303-2(1)	Excavación sin clasificar (en suelo)	m3	76.191,95	1,20	91.430,34
303-2(6)	Desalajo de material de excavación sobrante	m3/km	351.871,26	0,30	105.561,38
CALZADA					
403-1(3)	Subbase Clase 3 inc. Transporte	m3	7.866,59	12,84	101.006,99
405(1)-1	Base Clase 4 inc. Transporte	m3	4.213,25	16,32	68.760,28
405-2(1)	Asfalto RC para imprimación (rta 1.35 lt/m2)	lt	46.995,00	0,59	27.727,05
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en Planta de 5 cm de espesor para la vía	m2	52.798,70	8,56	451.956,89
DRENAJE					
301-2.06(1)a	Remoción tubería de hormigón	m3	81,60	13,67	1.115,47
307-2(1)	Excavación y relleno para obras de arte menor	m3	148,20	3,91	579,46
503 (5)a	Hormigón simple f'c= 180 kg/cm2	m3	1.988,06	152,80	303.776,18
503 (5)a	Hormigón simple f'c= 210 kg/cm2	m3	44,59	159,83	7.126,82
307-3(1)b	Excavación para cunetas laterales	m3	567,57	7,03	3.990,02
602-(2A)a	Sumin. Y colocación tubería metálica D 1,20 m – e=2.5 mm	ml	88,00	262,32	23.084,16
SEÑALIZACIÓN					
705-3(1)	Marcas de Pavimento (3 Lineas de Pintura)	ml	26.447,70	0,42	11.108,03
708-6	Señales Informativas 1.20x0.60 m	U	17,00	150,00	2.550,00
708-7	Señales Reglamentarias D=0.75 m	U	34,00	125,00	4.250,00
710	Señales Preventivas 0.75x0.75 m	U	17,00	125,00	2.125,00
					1.207.557,73

Tabla22. Presupuesto referencial alternativa 2.
Elaborado por: Esthefany Calderón

El costo por Km = 144,134.36 dólares



Gráfico2.Alternativa 2
Elaborado por: Esthefany Calderón

5. DISCUSIÓN

Para realizar la evaluación del Diseño Geométrico que une la parroquia La Providencia con la vía de Cahujá se consideró algunos factores importantes dentro del diseño de vías como: ancho de la calzada, drenaje, capa de rodadura, radios máximos, radios mínimos, pendientes, secciones transversales.

Luego de realizar el levantamiento topográfico de la vía actual se pudo determinar las deficiencias en el trazado geométrico actual que no van acorde a las que requiere la Norma Vial Ecuatoriana NEVI-12 respecto a sus alineamientos, pendientes, en fin en sus características geométricas.

Para realizar el conteo del tráfico vehicular, fue estratégico ubicarse en la abscisa 1+160m debido a que es la intersección de la vía de entrada a la parroquia Guanando, de esta manera se pudo contabilizar los vehículos de La Providencia, Guanando, Cahujá para poder determinar el T.P.D.A. mediante la muestra obtenida durante una semana por 12 horas, incluyendo sábados y domingos.

Mediante la obtención del TPDA por medio del conteo de tráfico vehicular, encuestas de origen y destino, y encuestas domiciliarias se obtuvo que el TPDA futuro con una proyección de 20 años se encontraba en un rango de 0 a 300 vehículos por día y se pudo conocer que la vía es de clase C3= camino agrícola forestal (tipo vecinal) característico de zonas rurales, con estas características se puede determinar flujos futuros de vehículos y así establecer condiciones de diseño óptimos.

Con las características de la vía tipo C3 de la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 se realizó la comparación con los valores de diseño geométrico reportados por el levantamiento topográfico de lo cual se obtuvo:

El diseño horizontal presenta radios mínimos de 7.9 m lo cual limita la circulación de transporte pesado, debido a la erosión del suelo tiene ausencia de peraltes y sobre anchos. El diseño vertical no cumple con las pendientes máximas de hasta 10%.

La carreta no cuenta con mantenimiento vial, ni un sistema de drenaje adecuado, lo cual en épocas de lluvia provoca aluviones y desmoronamiento de taludes dejando inhabilitadas las vías provocando inseguridad y limitando el desarrollo social y económico de las comunidades afectadas.

La vía presenta bajas condiciones de operación vehicular esto se debe principalmente por sus características geométricas y condiciones de la rasante.

Una vez evaluado de acuerdo a las normas NEVI-12⁹ y MTOP¹⁰ se concluye que la vía no se construyó con estudio técnico.

Con el tráfico futuro podremos pronosticar mejores superficies de rodadura, capacidad, y secciones transversales.

De acuerdo a las condiciones de topografía y tráfico y usando los criterios de la Norma Ecuatoriana Vial se estableció una velocidad de diseño de 40 km/h, con esta velocidad se asegurará un eficiente desplazamiento y movilidad de vehículos. De acuerdo a esta velocidad de diseño se establecerá cada uno de los elementos geométricos de la vía.

Finalmente se realizó el estudio de 2 Alternativas de diseño, de manera que se puede analizar los volúmenes de corte y relleno con datos reales, obteniendo:

ALTERNATIVA ALTERNATIVA

⁹ NEVI-12: Norma Ecuatoriana Vial 2012

¹⁰ MTOP: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

	1	2
Excavación:	66191.95 m3	76191.95 m3

Para el mejoramiento de vía es recomendable evitar movimiento de tierras por razones de financiamiento, afectación a la propiedad privada e impactos ambientales.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se realizó el trazado sobre la vía actual, tanto en el proyecto horizontal y vertical.
- Al realizar la Evaluación de la vía se concluye que los factores mas importantes como son la sección transversal, sistema de drenaje, calidad de capa de rodadura y trazado geométrico no cumplen con las Normas establecidas vigentes.
- Se determinó el Tráfico Promedio Diario Anual por medio de un conteo manual, censos de origen y destino para obtener el tráfico desviado, encuestas domiciliarias de viajes para determinar el tráfico inducido, obteniendo un TPDA proyectado a 20 años de 104 vehículos/día.
- Se concluye que la vía tiene una clasificación funcional C3, camino forestal con una velocidad de proyecto de 40 km/hora debido a que su TPDA futuro está entre 0 - 500 veh/día.
- La actual vía se encuentra desarrollada sobre un terreno montañoso con pendientes que van hasta el 18%.
- En el proyecto vertical actual existen algunas pendientes que sobrepasen la norma (10%).
- Se realizó el estudio de dos alternativas diferentes a nivel de prediseño, obteniendo un presupuesto referencial para la ALTERNATIVA 1 de \$142,801.7343 dólares /kilómetro y \$ 144,134.36 dólares /kilómetro correspondiente a la ALTERNATIVA 2.

6.2. Recomendaciones

- De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación de la vía actual se recomienda realizar diseños definitivos en toda su longitud para el mejoramiento de la vía La Providencia - Cahuají de la alternativa 1 en base a las normas vigentes en el País.
- Se recomienda realizar un sistema de drenaje longitudinal y transversal tales como cunetas, obras de arte mayores y menores según lo requiera la vía que cumpla con las funciones de evacuar el agua fluvial.
- Para obtener resultados favorables y contar con una vía de excelente tránsito se recomienda la utilización de señalización tanto horizontal como vertical.
- Se recomienda desarrollar el rediseño de la vía en el menor tiempo posible con el fin de aumentar la calidad de vida de los habitantes y brindando la seguridad que ellos merecen.
- Un buen trazado debe satisfacer las condiciones de seguridad y acomodarse a la topografía del terreno, además evitando el mínimo movimiento de tierras balanceando la relación corte - relleno.
- En ocasiones es preferible tener un trazado curvilíneo que tangentes largas con volúmenes grandes de corte y relleno.

7. PROPUESTA

7.1. Título de la propuesta

DISEÑO DEFINITIVO PARA LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ
PERTENECIENTES AL CANTON GUANO, PROVINCIA CHIMBORAZO

7.2. Introducción

Los proyectos viales se encuentran dentro de las inversiones de carácter público, los cuales influyen directamente en el modo de vida de las poblaciones ya que fomentan la integración regional y nacional produciendo mayores beneficios.

El diseño geométrico consiste en trazar la vía de manera mas adecuada adaptándose a las características y condiciones del terreno cumpliendo las normas y especificaciones que se encuentren vigentes dentro del país y manteniendo su funcionalidad, seguridad, movilidad, estética y armonía con el medio ambiente.

7.3. Objetivos

7.3.1. General

Realizar los Diseños definitivos de la vía la Providencia - Cahujá perteneciente al Cantón Guano, Provincia Chimborazo

7.3.2. Específico

- Realizar el diseño geométrico de acuerdo a las Normas vigentes en el país que garanticen la seguridad y comodidad de los usuarios.
- Proveer el diseño del sistema de drenaje de la vía.
- Efectuar el Diseño del Pavimento.

- Desarrollar el presupuesto referencial de la obra

7.4. Criterios de diseño

7.4.1. Estudio de suelos

Las obras viales están fundamentadas y apoyadas en el suelo, sus estudios nos ayudan a determinar las características físico - mecánicas sobre el cual se asienta la vía en estudio.

Estudios como: contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de Atterberg, Próctor estándar y modificado y la capacidad portante del suelo mediante el índice CBR.

Para el estudio de suelos se realizó :

- a) *Trabajo de campo:* Se procedió a realizar calicatas en el eje de la vía cada 500m con una medida de 1.0 x 1.0 a una profundidad de 1.5 m. Se realizó 16 calicatas de las cuales se tomaron muestras representativas las cuales fueron trasladadas al Laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo.
- b) *Trabajos de Laboratorio:* Ensayos, Consiste en los ensayos necesarios para obtener los parámetros que se necesita para el diseño de la vía:
 - Granulometría: Determina cuantitativamente la distribución del tamaño de las partículas de acuerdo a la Norma INEN 696, INEN 872; ASTM C 136.
 - Contenido de Humedad: Mediante la norma INEN 690, ASTM C566

- Límites de Atterberg: Abarca el límite Líquido de acuerdo a la norma INEN 691, y el Límite Plástico de acuerdo a los procedimientos de la norma INEN 692
- Determinación CBR
- Ensayo de compactación Proctor Estándar

7.4.1.1. Ensayo granulométrico

INEN 696: Análisis granulométrico en las áridos, fino y grueso

1. Aparatos, accesorios y material necesario

- ✓ Balanza (0.01 gr. De sensibilidad.
- ✓ Tazón tipo MBR Mixing Bowl 8Qt.
- ✓ Tamiz 3", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", #4, #10, #40, #200, bandeja de retención.
- ✓ Horno
- ✓ Agregado
- ✓ Tarros de Humedad

2. Muestras

Utilizamos muestras de las calicatas, en este caso masas de 300gr.

3. Procedimiento

- ✓ Obtener una muestr de agregado y proceder a reducir a un tamaño de ensayo de acuerdo a la norma ASTM¹¹ C702, INEN ¹² 696.
- ✓ Secar la muestra de ensayo hasta una masa contante a una temperatura de 110°C y determinar su masa.

¹¹ ASTM: American Society for Testing Materials

¹² INEN : Instituto Ecuatoriano de Normalización

- ✓ Colocar la masa seca en el recipiente hondo.
- ✓ Armar el los tamices de acuerdo a su número para proceder al tamizado electrico durante 5 minutos.
- ✓ Medir los pesos de cada tamiz.
- ✓ Clasificar en porcentajes retenidos para utilizarlos en los respectivos ensayos.

7.4.1.2. Ensayo contenido de humedad

INEN co-09-02-303.

1. Aparatos, accesorios y material necesario

- ✓ Balanza (0.01 gr. De sensibilidad.
- ✓ Cocineta
- ✓ Tarros de humedad

2. Muestras

Utilizamos muestras obtenidas de las calicatas.

3. Procedimiento

- ✓ Pesar los tarros de humedad secos y limpios.
- ✓ Colocar los suelos en los tarros llenando las tres cuartas partes de su capacidad total y pesarlos en la balanza.
- ✓ La muestra en los tarros se lleva a la cocineta y se deja secar el tiempo necesario.
- ✓ Se determina el peso seco de la muestra.

4. Cálculos

Se calcula con la siguiente expresión:

$$\% \text{ hum} = \frac{W1 - W2 * 100}{W2}$$

Donde:

% hum = Contenido de agua.

W1 = Peso del recipiente más suelo húmedo.

W2 = Peso del recipiente más suelo seco.

Cálculo del contenido de humedad para la calicata Nro 01, absc 0+500:

$$\% \text{ hum} = \frac{89.13 - 86.04 * 100}{86.04}$$

$$\% \text{ hum} = 3.59$$

7.4.1.3. Límites de atterberg

INEN 691, INEN 692: Determinación del límite líquido método casa grande y determinación del límite plástico.

Estos límites nos permite conocer los límites de rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico, con ellos es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos USCS ¹³.

-Límite Líquido (wl o LL): Contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-líquido y plástico.

-Límite Pastico (wp o LP): Es el contenido de humedad del suelo en el límite entre estados semi-sólido y plástico.

-Índice de Plasticidad: Diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad en el cual el suelo se mantiene plástico.

¹³ USCS : Unitted Soil Classification System

1. Aparatos, accesorios y material necesario

- ✓ Balanza (0.01 gr. De sensibilidad.
- ✓ Acanalador
- ✓ Cuchara de Casa Grande
- ✓ Varios: espátula de acero flexible, cápsulas de porcelana, placa de vidrio, horno regulable, agua destilada.

2. Muestras

Se utiliza la parte del suelo que pasa por la malla #40 (0.42mm).

3. Procedimiento

- ✓ DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (wl)
 - a) El ensayo se debe iniciar preparando una pasta de suelo en la cápsula de porcelana con una humedad ligeramente superior al límite líquido.
 - b) Asegurarse que la cápsula de casa grande se encuentre perfectamente limpia y seca antes de iniciar el procedimiento.
 - c) Colocar entre 50 y 70 gr de suelo húmedo en la cápsula, alisando la superficie a una altura de 1cm con la espátula teniendo cuidado de no dejar burbujas de aire en la masa del suelo.
 - d) Usando el acanalador separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula; para una arcilla, el surco se puede hacer de una vez; los limos pueden exigir 2 o mas pasadas suaves antes de completarlo.
 - e) Girar la manivela de manera uniforme a una velocidad uniforme; continuar hasta que el surco se cierre en 1/2 " de longitud (2.54 cm); anotar el número de golpes, cuando este se inferior a 40.
 - f) Tomar una muestra aproximada de 5 gr de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad, lo que nos permitirá obtener un punto en el gráfico semi - logarítmico de humedad vs número de golpes que se describe mas adelante.

g) Vaciar el suelo de la cápsula de Casagrande a la porcelana la cual aun contiene la muestra inicial, continuar revolviendo hasta que el suelo pierda humedad y en seguida repetir el procedimiento c), d), y e) hasta llegar a un número de golpes de 15 a 20.

✓ DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L_p ó w_p)

El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8" (3mm) cuando se amasa una porción de suelo y una superficie lisa.

- a) Utilizar una porción de muestra que sobra del ensayo del límite líquido.
- b) Tomar una bola de suelo de 1cm³ y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de aproximadamente 3mm de diámetro.
- c) Reconstruir la bola de suelo y presionarlo con fuerza con las yemas de los dedos hasta llegar al límite plástico.
- d) Llegamos al límite plástico cuando los bastones de 3mm se rompen en trozos de 0.5 a 1 cm de largo.
- e) Pesar inmediatamente el bastoncito para calcular su contenido de humedad.
- f) Realizar 2 o 3 ensayos y promediar.

4. Cálculos

✓ Límite Líquido:

$$w_l = w * \frac{N^{\tan\alpha}}{25}$$

Donde:

α =inclinación curva de flujo (escla semi - log)

N = número de golpes

w = contenido de humedad correspondiente a N. (valores comunes de $\tan\alpha$: 0.12 a 0.13)

- ✓ Índice de Plasticidad:

$$IP=Ll-Lp$$

7.4.1.4. Ensayo próctor estándar

ASTM: D 698.

1) Objetivo:

- ✓ Determinar la interrelación entre el contenido de humedad y la densidad de los suelos cuando son compactados en un molde de un tamaño dado con un pistón de 5.50 libras cayendo desde una altura de 12 pulgadas.

2) Aparatos, accesorios o materiales necesarios.

- ✓ Moldes: de forma cilíndrica de pared sólida, fabricados de metal que tiene un diámetro de 4 pulgadas un peso de 4224 gramos y una capacidad de 921 cm³.
- ✓ Pistón: Operado manualmente, es metálico que tiene un peso de 5.50 libras.
- ✓ Balanza: La misma tiene una capacidad de 11.5 kg y una sensibilidad de 5 gramos y una balanza de 1000 gramos de capacidad con sensibilidad de lectura de 0.1 gramo.
- ✓ Cocineta.
- ✓ Enrazador: Regla de acero de 10 pulgadas de largo con bordes biselado.

3) Procedimiento.

- ✓ Una vez tomado la muestra desde la calicata aproximadamente 25 kg se transporta al laboratorio en lonas de plástico y se tiende en recipientes de lata y posteriormente se pasa por el tamiz No 4.
- ✓ Mezclar con un 10% de humedad, si la humedad es menor o igual al 10% no es necesario secar al sol, se pesa el molde y se determina su volumen.
- ✓ Compactar el suelo en tres capas con 25 golpes cada una, dejando caer el martillo libremente y en diferentes puntos, la última capa compactada debe

sobrepasar aproximadamente ½" hacia arriba de la unión del molde con el collar, para poder enrasar el suelo en el molde al quitar el collar.

- ✓ Pesar el suelo más el molde compactado y tomar muestras para la determinación de la humedad.
- ✓ Se repite el procedimiento anterior añadiendo una cantidad de agua que represente un incremento del 3 o 4% de humedad. Se realizaron tres ensayos para poder graficar la curva de compactación.
- ✓ Los resultados obtenidos en cada uno de los tres ensayos se representan en un sistema de coordenadas con el % de humedad en las abscisas y la densidad seca en las ordenadas. La humedad óptima y la máxima densidad son la humedad y la densidad seca correspondiente al punto más elevado.

4) Cálculos.

La densidad seca se calcula con la siguiente expresión:

$$D_s = \frac{D_h}{1 + \frac{w}{100}}$$

Donde:

D_s = densidad seca.

D_h = densidad húmeda.

W = Contenido de humedad en porcentaje.

Cálculo de humedad y densidades, calicata 1-abs 0+000.

- Densidad húmeda:

$$D_h = \frac{M}{V} = \frac{1594}{921} * 1000 = 1731 \text{ kg/m}^3.$$

- Densidad Seca:

$$D_s = \frac{1731}{1 + \frac{16.52}{100}} = 1485 \text{ kg/m}^3.$$

Los cálculos y tablas de las otras calicatas se calculan de manera similar.

7.4.1.5. Determinación CBR

ASTM: D 4429.93.

- 1) *Objeto:* Este ensayo trata de simular en el laboratorio el comportamiento de la subrasante como estructura del pavimento, y mide la resistencia del suelo a la penetración de un pistón estandarizado dentro de la masa compactada.

- 2) *Ensayos requeridos:*
 - ✓ Compactación de suelos método proctor estándar.
 - ✓ Determinación de humedad natural del suelo.
 - ✓ Ensayo CBR de laboratorio.

- 3) *Equipo:*
 - ✓ Equipo CBR, cuadrante medidor de deformaciones, balde, masa de compactar, horno, recipientes de humedad, balanza de resortes, balanza de tres escalas, regla metálica, cajas de metal, herramientas para mezclar, rodillo, cuchillo cronómetro.

- 4) *Procedimiento:*
 - ✓ Realizar el ensayo de compactación con el método proctor estándar para las muestras de suelo.
 - ✓ Colocar los moldes con el suelo compactado dentro del tanque de agua para este efecto, durante 4 días con el objeto de saturar totalmente la muestra.
 - ✓ Al cabo de ese tiempo se ejecuta el ensayo CBR en la máquina correspondiente.
 - ✓ Se colocan pesas de sobrecarga sobre la muestra que equivale al peso del afirmado que descansará sobre la subrasante.

- ✓ Colocar la muestra con el molde en la máquina para CBR y centrar de manera que el pistón esté alineado con el agujero de la prensa, encerrar el cronómetro y el dial de medida.
- ✓ Empezar el ensayo aplicando la carga mediante la manivela de la máquina a razón de 0.5" por cada minuto aproximadamente. Esta velocidad de penetración se debe controlar utilizando el cronómetro. El tiempo de duración del ensayo es de 10 minutos.
- ✓ Al cabo de este tiempo se retira la carga y se toman muestras para determinación de humedad.
- ✓ Repetir el procedimiento anterior para las 9 muestras que estamos estudiando.
- ✓ Graficar la curva carga-penetración. Corregir las respectivas curvas si el caso lo requiere y calcular el valor de CBR.

5) *Cálculos:*

El valor de carga está en unidades de presión (lb/plg²), estos valores se calculan multiplicando la constante de calibración del aparato por cada uno de los valores de penetración en pulgadas, y dividiendo para el área del pistón.

La correlación de las curvas se realiza colocando una asíntota en la inflexión inferior y se corta el eje de las abscisas donde está la escala de penetración, se mide a continuación 0.1" a la derecha y en este punto leemos el valor que corresponde a la carga, este es el valor que nos sirve para el cálculo del CBR.

Calculamos el valor de CBR mediante dividir el valor obtenido de la corrección para el valor CBR estándar que corresponde a 0.1".

PENETRACIÓN Pulgadas	VALORES ESTÁNDAR CBR.
0.1	1000

0.2	1500
0.3	1900
0.4	2300
0.5	2600

Tabla23. Valores estándar CBR

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad de los Materiales LCCM

Con los procedimientos y tabulaciones descritos tenemos los datos¹⁴ necesarios para el diseño del pavimento.

7.4.2. Definición de los elementos que forman parte de la geometría de la vía

- a) **Eje del camino:** Línea media contenida en la calzada, es la línea que define el perfil de una carretera.
- b) **Calzada:** Sector de la sección transversal del camino destinado a la circulación de vehículos. Esta está compuesta por carriles.
- c) **Espaldón:** Sector de la sección transversal que imita con la calzada y el comienzo de las cunetas, este va variando de acuerdo a la importancia de la carretera, técnicamente se la diseña con el fin de ubicar señalización, estacionar vehículos accidentados entre otras.
- d) **Cuneta:** Son los canales que se encuentran a los lados de las vías, el cual su fin es recoger y conducir las aguas fluviales.

¹⁴ ESTUDIO DE SUELOS - RESULTADOS, ANEXOS.

- e) **Obra Básica:** Consiste en el cuerpo del camino incluido la sección transversal, ancho de los taludes desde el vértice de la cuneta a la intersección del corte con el terreno natural.
- f) **Bombeo:** Pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente.
- g) **Sección transversal:** Comprende el ancho de la vía y cunetas.
- h) **Línea de Rasante.-** Es el nivel en donde debe quedar el eje de la vía una vez terminada la construcción incluida el pavimento de la calzada.
- i) **Línea de Subrasante.-** Es el nivel al cual debe llegar las obras de movimiento de tierras y trabajos de acabado de obra básica para tener condiciones de recibir la estructura de pavimento.

7.4.3. Velocidad de diseño

Conocida también como velocidad de proyecto , tanto el alineamiento vertical y el diseño horizontal están sujetos a la velocidad de diseño, es el dato con el cual un vehículo puede circular por una carretera en condiciones de seguridad. Gobierna los siguientes valores de diseño: radio de curvatura, peralte, sobre ancho, curvas de transición, distancias de visibilidad al frenado y rebasamiento, pendientes longitudinales.

Camino Agrícola / Forestal

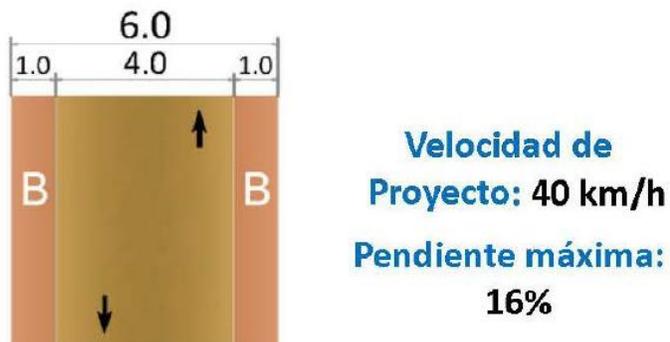


Gráfico 3. Velocidad de Proyecto

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

7.4.4. Velocidad de circulación

Velocidad de operación o conocida como velocidad de circulación, su valor se obtiene dividiendo la distancia recorrida por el tiempo en el que el vehículo se mueve para recorrer el tramo. 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.

VELOCIDAD DE DISEÑO – Km/h	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO – Km/h VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Tabla 24. Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

7.5. Alineamiento horizontal

El trazado óptico es aquel que se adapta a la topografía del terreno con el menor movimiento de tierras.

Los elementos que integran esta proyección son las tangentes, curvas horizontales, grados y radios de curvatura, además al estar relacionada con la velocidad de diseño controlará la distancia de visibilidad.

7.5.1. Curvatura horizontal y sobreelevación¹⁵

En el diseño de curvas horizontales debemos considerar dos casos:

- a) Tangente seguida por una curva horizontal: En esta situación las fuerzas centrífugas actúan en contra de la operación segura de los vehículos cuando entran y circulan por la curva.
- b) Alineamiento compuesto por tangentes y curva horizontal y vertical: Gobiernan el diseño factores como el efecto de las fuerzas centrípetas y centrífugas, el movimiento lento de los vehículos pesados cuando ascienden las pendientes y las altas velocidades cuando bajan.

Por este motivo para conseguir seguridad a la operación de tránsito se han introducido factores limitantes en el diseño de alineamiento horizontal, como: el radio mínimo de curva o grado máximo de curva, la tasa de sobreelevación máxima o peralte máximo, los factores de fricción y longitudes de transición mínima cuando se pasa de una tangente a una curva.

¹⁵ Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

La siguiente expresión matemática fue desarrollada para tomar en cuenta estos factores y la velocidad de diseño.

$$e + f = V^2/127R$$

Donde:

e = Tasa de sobreelevación en fracción decimal

f = Factor de fricción lateral, que es la fuerza de fricción dividida por la masa perpendicular al pavimento

V = Velocidad de diseño, en kilómetros por hora

R = Radio de curva, en metros.

7.5.2. Factor máximo de fricción lateral y tasa de sobreelevación o peralte

Este factor de fricción depende de las condiciones de las llantas de los vehículos, su velocidad y la superficie de rodamiento. La sobreelevación o peralte dependen de las condiciones climáticas, si es una área urbana o rural y condiciones del terreno. Este sirve para contrarrestar las fuerzas centrífugas y el efecto adverso de la fricción cuando un vehículo se encuentra en una curva cerrada. La tasa de sobreelevación no debe exceder entre el 4 y 6 por ciento. Se recomienda los siguientes porcentajes de sobreelevación de acuerdo al tipo de área.

TASA DE SOBREELEVACIÓN, "e" EN (%)	TIPO DE AREA
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Tabla 25. Tasa de sobreelevación en porcentaje

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

7.5.3. Radios mínimos y grados máximos de curva

Son los valores límites de la curvatura que posibilita la seguridad del tránsito con la velocidad de diseño, estos valores dependen de la sobreelevación máxima y la máxima fricción lateral.

Una vez conocido el máximo factor de sobreelevación (e), y la máxima fricción lateral, los radios mínimos de curvatura se calculan con la siguiente expresión:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

$$f + 0.000626V - 0.19 = 0$$

Donde:

V = velocidad de diseño (km/hora).

e = peralte máximo.

f = coeficiente de fricción lateral.

En nuestro caso:

$$f = 0.19 - 0.000626 \cdot 40 = 0.16496$$

$$R_{min} = \frac{40^2}{127(0.10 + 0.16496)} = 47.55 \text{ m} = 48\text{m}$$

El grado de curvatura (Gc) es el ángulo sustentado en el centro de un círculo de radio R por un arco de 20 m, mediante la siguiente expresión:

$$Gc = \frac{1145.92}{R}$$

Usando los valores recomendados para el factor de fricción y la tasa de peralte se presenta la tabla donde se encuentra los radios mínimos y grados máximos de curvatura para diferentes velocidades de diseño.

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 4%			Peralte máximo 6%		
		Radio (m)		grado de curva	Radio (m)		grado de curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0,17	33,7	35	32°44'	30,8	30	38°12'
40	0,17	60	60	19°06'	54,8	55	20°50'
50	0,16	98,4	100	11°28'	89,5	90	12°44'
60	0,15	149,2	150	7°24'	135	135	8°29'
70	0,14	214,3	215	5°20'	192,9	195	5°53'
80	0,14	280	280	4°05'	252	250	4°35'
90	0,13	375,2	375	3°04'	335,7	335	3°25'
100	0,12	492,1	490	2°20'	437,4	435	2°38'
110	0,11	635,2	635	1°48'	560,4	560	2°03'
120	0,09	872,2	870	1°19'	755,9	775	1°29'

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		grado de curva	Radio (m)		grado de curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0,17	28,3	30	38°12'	26,2	25	45°50'
40	0,17	50,4	50	22°55'	46,7	45	25°28'
50	0,16	82	80	14°19'	75,7	75	15°17'
60	0,15	123,2	120	9°33'	113,4	115	9°58'
70	0,14	175,4	175	6°33'	160,8	160	7°10'
80	0,14	229,1	230	4°59'	210	210	5°27'
90	0,13	303,7	305	3°46'	277,3	275	4°10'
100	0,12	393,7	395	2°54'	357,9	360	3°11'
110	0,11	501,5	500	2°17'	453,7	455	2°31'
120	0,09	667	665	1°43'	596,8	595	1°56'

Tabla 26. Radio mínimos y grados máximos de Curvas Horizontales
Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

NOTA: Se podrá utilizar radios mínimos de 15 m de acuerdo a la Norma de acuerdo a los criterios de:

- Aprovechar estructuras existente
- Topografía montañosa o escarpada
- Caminos de bajo costo

Las curvas circulares contiene los siguientes elementos:

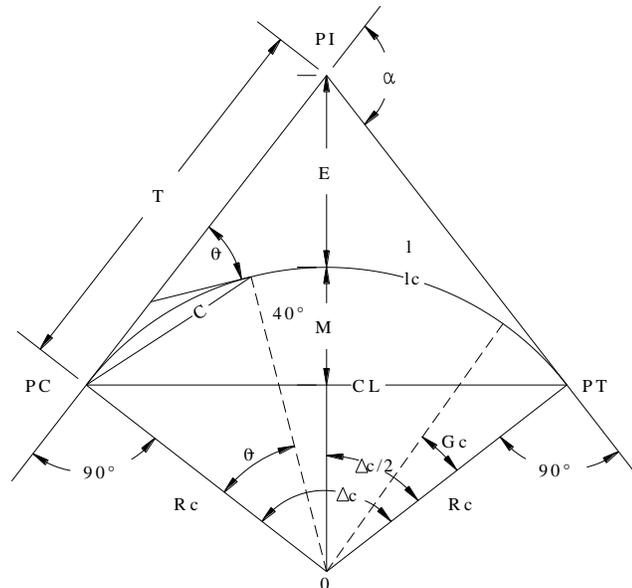


Grafico 4. Elementos de la curva simple

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

PC: Principio de Curva.

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.

PT: Principio de Tangente.

α : Angulo de deflexión de las tangentes.

Δ_c : 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.

l_c: Longitud de la curva circular.

Ejemplo con la curva circular en la abscisa 0+382

Angulo central (α): Es el ángulo formado por la curva circular.

Longitud de la curva (l_c): Es la longitud del arco entre el PC y el PT se calcula con la siguiente expresión:

$$l_c = \frac{\pi R_c \alpha}{180}$$

$$l_c = \frac{\pi * 80 * 36}{180} = 50.26$$

Tangente de curva o subtangente (T): Es la distancia entre el PI y el PC ó entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se calcula con la siguiente expresión:

$$T = R_c \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$T = 80 * \tan \frac{36}{2} = 26$$

External (E): Es la distancia mínima entre el PI y la curva, la cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$E = R_c \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)$$

$$E = 80 * \left(\frac{1}{\cos \frac{36}{2}} - 1 \right) = 4.2$$

Ordenada Media (M): Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Su fórmula de cálculo es:

$$M = R_c - R_c \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M = 80 - 80 * \cos \frac{36}{2} = 3.91$$

Deflexión en un punto cualquiera de la curva (θ): Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el PC y la tangente en el punto considerado, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\theta = \frac{G_{cl}}{20}$$

$$\theta = \frac{\frac{1145.92}{80} * 50.26}{20} = 36$$

Cuerda (C): Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva, se calcula con la siguiente fórmula:

$$C = 2R_c \text{sen} \frac{\theta}{2}$$

$$C = 2 * 80 * \text{sen} \frac{36}{2} = 50$$

Cuerda Larga (CL): Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama cuerda larga.

$$CL = 2R_c \text{sen} \frac{\alpha}{2}$$

$$CL = 2 * 80 * \text{sen} \frac{36}{2} = 50$$

Angulo de la cuerda (ϕ): Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\phi = \frac{\theta}{2} = \frac{G_c l}{40}$$

$$\phi = 18$$

7.5.4. Curvas horizontales de transición

Para contar con un recorrido seguro y cómodo desde una sección recta o tangente con una determinada curva horizontal se crean curvas de transición, que consiste en que su radio de curvatura decrezca gradualmente desde el infinito de la tangente que se conecta con la espiral (TE) hasta el final en su enlace con la curva circular (EC) con el fin de que el conductor permanezca en su carril el momento de transición sin experimentar la violencia de la fuerza centrífuga.

Peralte	Longitud de Transición y Velocidades de Diseño Km/h							
	40	50	60	70	80	90	100	110
Carriles de 3,65 Metros								
0,02	25	30	35	40	50	55	60	65
0,04	25	30	35	40	50	55	60	65
0,06	35	35	40	40	50	55	60	65
0,08	45	45	50	55	60	60	65	70
0,1	55	55	60	65	75	75	80	85
0,12	65	65	75	80	90	90	95	105

Tabla 27. Longitud de Desarrollo de la Sobreelevación en Carreteras de dos carriles, en metros

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

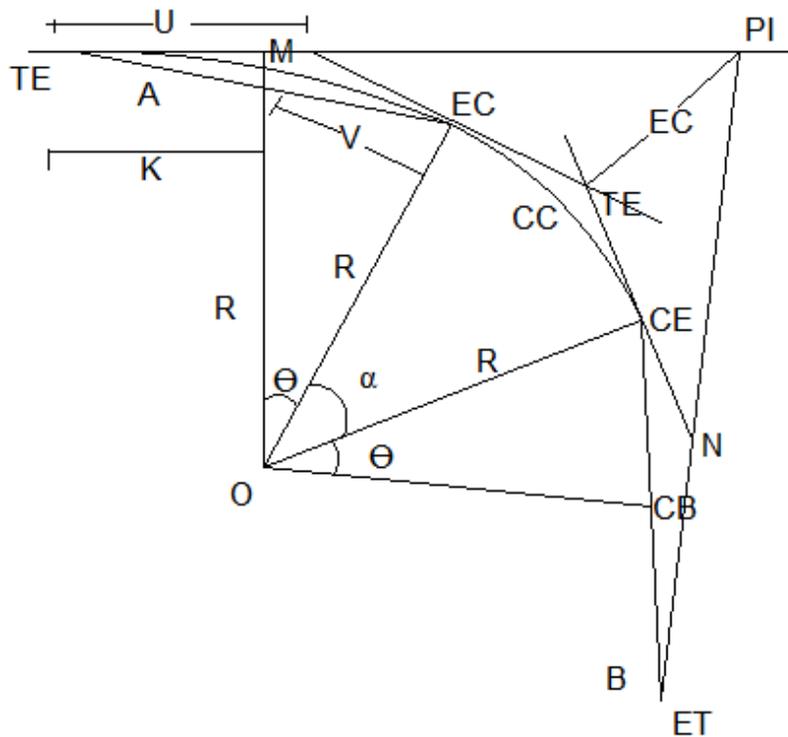


Grafico 5. Elementos de la curva con espirales

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

En donde:

Pi = Punto de intersección de las alineaciones.

TE = Punto de cambio de tangente a espiral.

EC = Punto de cambio del arco espiral a círculo.

CE = Punto de cambio del arco circular a espiral.

Le = Longitud del arco espiral.

L = Longitud desde el TE cualquier punto de la curva espiral.

θ_e = Ángulo al centro de la espiral longitud Le.

θ = Ángulo al centro del arco de espiral de longitud L.

a = Ángulo de desviación de la espiral en el TE, desde la tangente principal a un punto de la curva.

b = Ángulo de desviación de la espiral en el EC, desde la tangente principal a un

punto de la curva.

R_e = Radio en cualquier punto de la espiral.

R = Radio de la curvatura del arco circular.

α = Ángulo de deflexión de las tangentes principales.

α_c = Ángulo al centro del arco circular EC y CE.

x,y = Coordenadas rectangulares de cualquier punto de la espiral, con origen en TE y eje abscisas la tangente principal.

x_e,y_e =Coordenadas del EC.

T_e = Longitud de la tangente principal = distancia entre P_i y E_T y entre P_i y T_E .

E_e = External del arco compuesto.

U = Tangente corta de la espiral.

V = Tangente corta de la espiral.

C_e = Cuerda larga de la espiral.

k = Abscisa del P_c desplazado medida desde T_E .

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS PRINCIPALES:

Tomamos la espiral de la abscisa $0+757$

- **Longitud de la espiral** : Es la longitud medida sobre la curva entre el T_E y el E_C o del C_E al E_T . Su longitud mínima está expresada por la siguiente fórmula:

$$L_e = 0.072 \frac{V^3}{RC}$$

Donde:

L_e = Longitud mínima de la espiral, m.

V = Velocidad de diseño Km/h

R = Radio de la curva circular, m.

C = Coeficiente de comodidad y seguridad. Varía entre 1 y 3. (1 para mayor seguridad y confort)

$$L_e = 0.072 \frac{40^3}{110 * 1} = 41$$

- **Deflexión de la espiral** : Es el ángulo comprendido ente las tangentes a las espiral en sus puntos extremos. Su fórmula es:

$$\theta_e = \frac{L_e}{2R}$$

$$\theta_e = \frac{41}{2 * 110} = 0.186 \text{ radianes}$$

$$\theta_e = \frac{41 * 90}{3.14 * 110} = 10.68 \text{ grados}$$

- **Longitud total de la curva:** Es la suma de las longitudes de las dos espirales de transición y de la longitud de la curva circular. Para curvas simétricas se tiene:

$$l_c = \frac{\pi R_c \alpha}{180} = \frac{\pi * 110 * 10}{180} = 19.20$$

$$L_T = 2L_e + L_c$$

$$L_T = 2 * 41 + 19.20 = 101.2$$

- Radio en cualquier punto de la espiral.

$$R_e = R x \frac{L_e}{L}$$

$$R_e = 110 x \frac{41}{101.2} = 44$$

- Ángulo l centro de la espiral, en radianes.

$$\delta_e = \frac{L_e}{2R}$$

$$\delta_e = \frac{41}{2 * 110} = 0.186$$

- Ángulo al centro en grados, minutos y segundos

$$\theta_e = \frac{180 \times \delta_e}{\pi}$$

$$\theta_e = \frac{180 \times 0.186}{3.14} = 10.68$$

- Ángulo de desviación de la tangente y la cuerda larga en TE

$$A_e = \frac{\theta_e}{3} - \theta_e \times 8.3 \times 10^{-7}$$

$$A_e = \frac{10.68}{3} - 10.68 \times 8.3 \times 10^{-7} = 3.56$$

- Ángulo de desviación de la cuerda larga y tangente corta en CE

$$B = \theta_e - A_e$$

$$B = 10.68 - 3.56 = 7.12$$

7.5.5. Sobreancho de las curvas

Los sobre anchos de las curvas se diseñan siempre en curvas horizontales de radios pequeños, con el fin de facilitar las maniobras de los vehículos de manera eficiente.

Para establecer el sobre ancho de las curvas se toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) En curvas circulares sin transición, el sobre ancho debe aplicarse en la parte interior de la calzada.
- b) En curvas de transición, el sobre ancho se divide entre el borde interno y externo de la curva.
- c) Los cambios en el ancho pueden efectuarse en longitudes comprendidas entre 30 y 60 m.

TIPO Radio de Curva (m)	C1							C2							C3						
	Velocidad de diseño (Km/h)							Velocidad de diseño (Km/h)							Velocidad de diseño (Km/h)						
	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110
1500	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
1000	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
750	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5		0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8		0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5			0.6	0.7	0.7	0.8	0.8			0.9	1.0	1.0	1.1			
250	0.4	0.5	0.5	0.6				0.7	0.8	0.8	0.9				1.0	1.1	1.1	1.2			
200	0.6	0.7	0.8					0.9	1.0	1.1					1.2	1.3	1.3	1.4			
150	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
140	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
130	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
120	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
110	0.7							1.0							1.3						
100	0.8							1.1							1.4						
90	0.8							1.1							1.4						
80	1							1.3							1.6						
70	1.1							1.4							1.7						

Tabla28. Sobre ancho de la calzada en curvas circulares(m) Carreteras tipo C1-C2-C3
Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

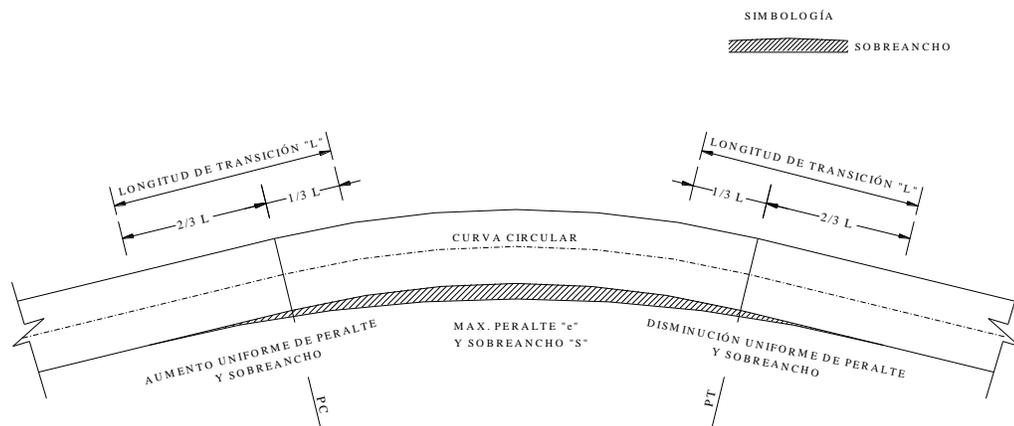


Grafico 6. Transición de peralte y sobre ancho

Elaborado por: Esthefany Calderón

Cálculo tipo del sobreebanco:

$$W = Ac - At$$

$$Ac = 2 U + c + FA + Z$$

Donde:

W = Sobreebanco de la curva (m)

Ac = Ancho total necesario (m)

At = Ancho del pavimento en tangente (m) = 6m

Ancho de la huella entre caras externas de la llanta

$$U = u + R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

u = 2.50 m Ancho vehículo de diseño

R = 75.00 m Radio mínimo

L = 6.10 m Distancia ejes del vehículo

U = 2.75 m Ancho de la huella entre caras externas de las llantas

Espacio lateral que necesita cada vehículo se asume:

<i>ANCHO CALZADA</i>	<i>VALOR C</i>
6.00	0.60
6.50	0.70
6.70	0.75
7.30	0.90

Avance del voladizo delantero del vehículo sobre el carril adyacente

$$FA = \frac{R^2 + A(2L + A)}{2R} - R$$

A = 1.22m Longitud en cantiliver, entre esquina externa delantera y eje correspondiente.

FA = 0.11m Ancho adicional de la curva

Sobrecancho adicional de seguridad

$$Z = \frac{V}{10 * R^{0.5}}$$

V = 50.00 km/h

Z = 0.58m Ancho adicional para maniobra en condiciones de seguridad.

Ancho de calzada de dos carriles en la curva será:

AC = 7.38m

W = 7.38m

VALORES DE SOBRE ANCHO						
ABSCISA	RADIO	U	FA	Z	AC	W
0+003,213	80	2,73	0,10	0,45	7,22	1,22
0+318,245	168	2,61	0,05	0,31	6,78	0,78
0+382,721	80	2,73	0,10	0,45	7,22	1,22
0+477,725	60	2,81	0,14	0,52	7,47	1,47
0+497,725	60	2,81	0,14	0,52	7,47	1,47
0+669,808	300	2,56	0,03	0,23	6,58	0,58
0+757,958	110	2,67	0,07	0,38	6,99	0,99
0+831,664	48	2,89	0,17	0,58	7,73	1,73
1+101,844	40	2,97	0,20	0,63	7,97	1,97
1+225,929	70	2,77	0,12	0,48	7,33	1,33
1+255,929	75	2,75	0,11	0,46	7,27	1,27
1+387,589	40	2,97	0,20	0,63	7,97	1,97
1+407,589	40	2,97	0,20	0,63	7,97	1,97
1+481,829	350	2,55	0,02	0,21	6,54	0,54
1+539,650	200	2,59	0,04	0,28	6,71	0,71
1+661,406	210	2,59	0,04	0,28	6,69	0,69
1+731,576	60	2,81	0,14	0,52	7,47	1,47
1+746,576	60	2,81	0,14	0,52	7,47	1,47
1+840,059	90	2,71	0,09	0,42	7,13	1,13
1+860,059	90	2,71	0,09	0,42	7,13	1,13
1+930,309	300	2,56	0,03	0,23	6,58	0,58
2+087,015	50	2,87	0,16	0,57	7,68	1,68
Continua -->						

VALORES DE SOBRE ANCHO						
ABSCISA	RADIO	U	FA	Z	AC	W
2+193,010	82	2,73	0,10	0,44	7,20	1,20
2+271,079	40	2,97	0,20	0,63	7,97	1,97
2+334,548	35	3,04	0,23	0,68	8,18	2,18
2+473,575	100	2,69	0,08	0,40	7,05	1,05
2+614,465	120	2,66	0,07	0,37	6,94	0,94
2+673,430	71	2,76	0,12	0,47	7,31	1,31
2+750,665	132	2,64	0,06	0,35	6,89	0,89
2+898,716	25	3,26	0,33	0,80	8,84	2,84
2+968,901	20	3,45	0,41	0,89	9,41	3,41
3+052,354	35	3,04	0,23	0,68	8,18	2,18
3+230,788	40	2,97	0,20	0,63	7,97	1,97
3+230,788	100	2,69	0,08	0,40	7,05	1,05
3+296,904	45	2,92	0,18	0,60	7,81	1,81
3+316,904	45	2,92	0,18	0,60	7,81	1,81
3+374,137	150	2,62	0,05	0,33	6,83	0,83
3+470,163	450	2,54	0,02	0,19	6,49	0,49
3+610,970	250	2,57	0,03	0,25	6,63	0,63
3+640,970	250	2,57	0,03	0,25	6,63	0,63
3+724,905	175	2,61	0,05	0,30	6,76	0,76
3+931,417	190	2,60	0,04	0,29	6,73	0,73
4+004,671	85	2,72	0,10	0,43	7,17	1,17
4+108,465	200	2,59	0,04	0,28	6,71	0,71
4+203,233	1500	2,51	0,01	0,10	6,33	0,33
4+556,993	520	2,54	0,02	0,18	6,46	0,46
4+791,895	328	2,56	0,02	0,22	6,56	0,56
4+974,955	290	2,56	0,03	0,23	6,59	0,59
5+204,939	315	2,56	0,03	0,23	6,57	0,57
5+330,316	219	2,58	0,04	0,27	6,68	0,68
5+518,077	60	2,81	0,14	0,52	7,47	1,47
5+568,077	60	2,81	0,14	0,52	7,47	1,47
5+727,428	130	2,64	0,06	0,35	6,90	0,90
5+757,428	130	2,64	0,06	0,35	6,90	0,90
6+229,941	238	2,58	0,03	0,26	6,65	0,65
6+443,258	315	2,56	0,03	0,23	6,57	0,57
6+725,260	176	2,61	0,05	0,30	6,76	0,76
6+939,269	50	2,87	0,16	0,57	7,68	1,68
6+959,269	50	2,87	0,16	0,57	7,68	1,68
Continua -->						

VALORES DE SOBRE ANCHO						
ABSCISA	RADIO	U	FA	Z	AC	W
7+307,341	80	2,73	0,10	0,45	7,22	1,22
7+347,341	80	2,73	0,10	0,45	7,22	1,22
7+546,889	260	2,57	0,03	0,25	6,62	0,62
7+828,599	100	2,69	0,08	0,40	7,05	1,05
7+967,112	40	2,97	0,20	0,63	7,97	1,97
7+987,112	40	2,97	0,20	0,63	7,97	1,97
8+159,143	40	2,97	0,20	0,63	7,97	1,97

Tabla29. Valores de sobre anchos para el proyecto horizontal

Elaborado por: Esthefany Calderón

7.5.6. Distancia de visibilidad en curvas horizontales

La línea de vista es la cuerda y la distancia de visibilidad de parada se mide a lo largo de la línea central del carril interior de la referida curva. Se requiere que la ordenada media desde el centro de la curva hasta la obstrucción, no obstaculice la visibilidad de parada en su valores alto y bajo, para satisfacer las necesidades del conductor.

VELOCIDAD DE DISEÑO	VELOCIDAD DE MARCHA	TIEMPO DE PERCEPCIÓN Y REACCIÓN		COEFICIENTE DE FRICCIÓN	DISTANCIA DE FRENADO	DISTANCIA DE PARADA
Km/h	Km/h	Tiempo (s)	Distancia (m)	f	(m)	(m)
30	30-30	2,5	20,8 - 20,8	0,4	8,8 - 8,8	30 - 30
40	40-40	2,5	27,8 - 27,8	0,38	16,6 - 16,6	45 - 45
50	47-50	2,5	32,6 - 34,7	0,35	24,8 - 28,1	57 - 63
60	55-60	2,5	38,2 - 41,7	0,33	36,1 - 42,9	74 - 85
70	67-70	2,5	43,8 - 48,6	0,31	50,4 - 62,2	94 - 111
80	70-80	2,5	48,6 - 55,6	0,3	64,2 - 83,9	113 - 139
90	77-90	2,5	53,5 - 62,4	0,3	77,7 - 106,2	131 - 169
100	85-100	2,5	59,0 - 69,4	0,29	98,0 - 135,6	157 - 205
110	91-110	2,5	63,2 - 76,4	0,28	116,3 - 170,0	180 - 246

Tabla 30. Distancia de visibilidad de parada

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

7.6. Alineamiento vertical

El alineamiento vertical se encuentra en función de la velocidad de diseño y de las gradientes longitudinales.

El proyecto vertical se trata de las pendientes longitudinales y las curvas que las enlazan, mediante este perfil se determina el movimiento de tierras para mejorar la mesa del proyecto, está compuesto de tangentes verticales que corresponden a las gradientes, unidas por curvas verticales cóncavas y convexas.

Las tangentes verticales o gradientes pueden ser positivas o negativas, y para darles el signo debe utilizarse el sentido en que avanza la abscisa.

7.6.1. Curvas verticales

Una curva vertical es un arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical cuya diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, la curva puede ser Convexa (concavidad queda hacia arriba) o Cóncava (concavidad queda hacia abajo).

Para la determinación de curvas verticales se selecciona el Índice de Curvatura K. La longitud de la curva vertical resultará de multiplicar el coeficiente K con el valor absoluto de la diferencia de las pendientes (A).

$$L = KA$$

Velocidad (Km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K
20	20	0,6	-	-
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

*Tabla31. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa
Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP*

Velocidad (km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

*Tabla 31. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava
Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP*

Considerando que la vía ya existe, se tratará de realizar el perfil vertical siguiendo la sobrasarte existente con el fin de economizar costos en la construcción.

7.6.2. Pendientes

Las pendientes dependen directamente de la topografía del terreno y deben ser los valores mas bajos posibles a fin de permitir velocidades de circulación razonables. En lo posible se evita pendientes menores del 0.5 % debido a la evacuación o drenaje de las agua del camino.

Cuando se emplee pendientes mayores a 10%, se recomienda que el tramo no exceda los 180 m.

Se considera óptimo no sobrepasar los límites máximos de pendientes que estan indicados en la siguiente tabla.

Orografía	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
Velocidad (km/h)				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	76	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

Tabla33. Pendientes máximas

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

7.7. Coordinación entre diseño horizontal y vertical¹⁶

- ✓ Para contar con una vía de apariencia agradable y eficiente servicio es necesario no realizar por separada el diseño de los alineamientos horizontal y vertical.
- ✓ La superposición (coincidencia de ubicación) de la curvatura vertical y horizontal generalmente da como resultado una carretera más segura y agradable.
- ✓ No es conveniente comenzar o terminar una curva horizontal cerca de la cresta de una curva vertical. Esta condición puede resultar insegura, especialmente en la noche, si el conductor no reconoce el inicio o final de la curva horizontal. Se mejora la seguridad si la curva horizontal guía la curva vertical.

¹⁶ Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

7.8. Sección típica

La sección típica es la sección transversal que comprende ancho de vía y cunetas. En tramos rectos la sección transversal presenta bombeo con valores entre 1.5 % y 3 % para facilitar el drenaje superficial y evitar empozamiento de agua.

Para el bombeo consideramos el porcentaje de acuerdo a las Normas del MTOP:

TIPOS DE SUPERFICIE DE RODADURA		BOMBEO (%)
MUY BUENO	Superficie con cemento hidráulico, asfáltico tendido con extendedora mecánica	1,0 a 2,0
BUENO	Superficie con mezcla asfáltica tendida con moto conformadora carpeta de riego	1,5 a 3,0
REGULAR A MALA	Superficie de tierra o grava	2,0 a 4,0

Tabla34. Valores mínimos de diseño de coeficiente

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

Para el proyecto ocupamos 2% de bombeo.

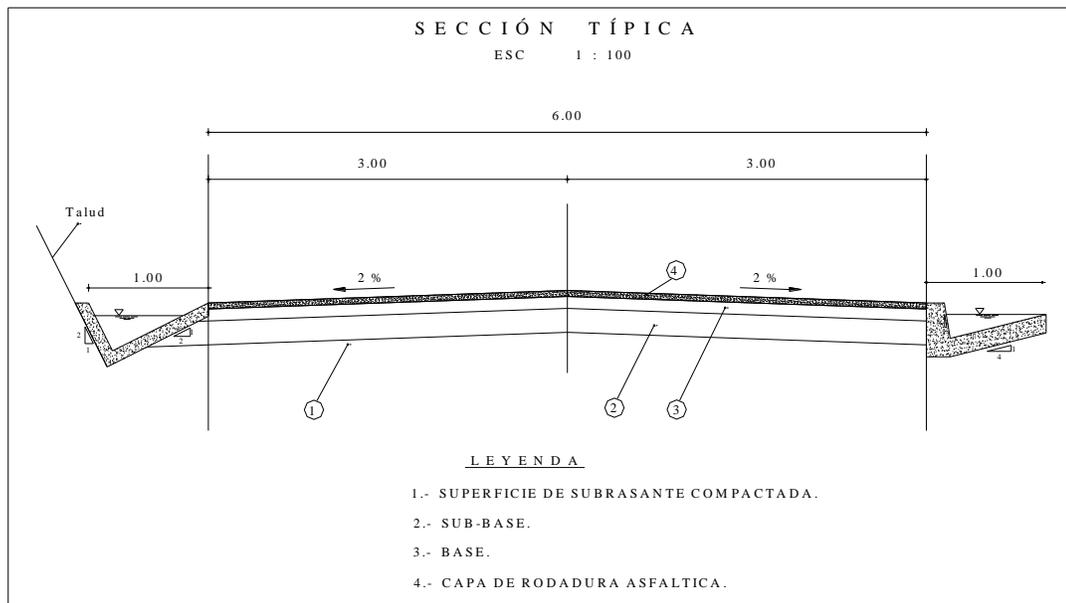
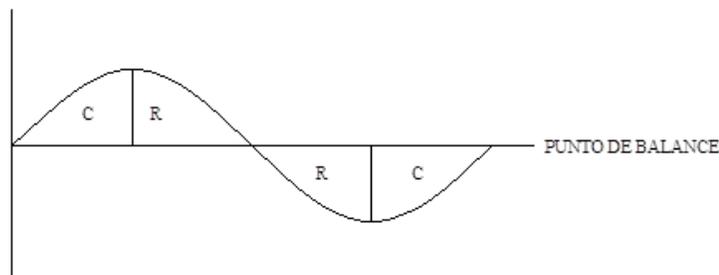


Grafico 7. Sección transversal tipo

Elaborado por: Esthefany Calderón

7.9. Diagrama de masas¹⁷

El diagrama de masas busca el equilibrio y economía en el movimiento de tierras, determina la acumulación de volúmenes de corte y relleno. Se lo representa al corte como positivo y al relleno como negativo. Sus unidades se encuentran en metros cúbicos.



*Grafico 8. Curva de masas tipo
Elaborado por: Esthefany Calderón*

Con la ayuda del software CIVIL 3D procedemos a calcular la curva de masas

7.10. Drenaje

Las obras de drenaje están en función de las características hidráulicas, estas obras son de gran importancia ya que gracias al tener un drenaje adecuado hacen que el proyecto tenga más durabilidad y que la carretera pueda ser más eficiente durante más años de servicio, el objetivo del drenaje es evacuar rápidamente el agua cuyo origen puede ser pluvial, superficial, ríos o quebradas.

Para el estudio se analizará la hidrología superficial, se diseñará drenaje transversal (alcantarillas) y el drenaje longitudinal (cunetas). Se obtendrá información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

¹⁷ Planos: CURVA DE MASAS; ANEXOS

7.10.1. Estudios hidrológicos

Para calcular el caudal de diseño de la estructura, realizamos los estudios hidrológicos, el cual se determina de acuerdo al tamaño y características de la cuenca, su cubierta de suelo e intensidades máximas.

Los estudios hidrológicos nos ayudan a determinar la intensidad y frecuencia de las lluvias y estimar los caudales que probablemente lleguen a la estructura de drenaje. Nuestra área de aportación de caudales al elemento de drenaje lo podemos calcular en base a las cartas topográficas de Guano a escala 1:50000.

*MÉTODO RACIONAL*¹⁸

El método utilizado para determinar el caudal del diseño de una cuenca pequeña, es el método racional, presentado por Emil Kuichling en 1889. Este método que permite determinar el caudal en función de datos de precipitación pluvial, del área de la cuenca, de la topografía y del tipo de suelo.

Este método asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando todas las partes del área tributaria están contribuyendo con su escorrentía superficial durante un periodo de precipitación máxima.

Para lograr esto, la intensidad máxima de lluvia debe prolongarse durante un periodo igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana hasta llegar al punto considerado o el tiempo de concentración (Tc).

El método racional es válida para áreas menores a 160 ha en terrenos montañosos y menores de 400 ha en terrenos planos, está representado por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

¹⁸ Tesis: DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA GUALLAVÍ – TAUCAN DEL CANTÓN RIOBAMBA, APLICANDO NORMAS VIGENTES EN EL PAIS

Donde;

Q = caudal (m³/s)

C = Coeficiente de Escorrentía.

I = Intensidad máxima de precipitación (mm/ha)

A = Área de drenaje (ha)

a. Tiempo de Concentración “T_c”

Debido a la limitada información existente se recomienda tomar el tiempo de duración de la lluvia igual al tiempo de concentración, considerando que en ese lapso se produce la mayor aportación de la cuenca al cauce. Para el cálculo del tiempo de concentración existen varias expresiones empíricas, siendo la más utilizada la fórmula de Kirpich.

$$T_c = 0.0195 \frac{L^{0.385}}{H}$$

Donde:

T_c = El tiempo de concentración, en min.

L = El longitud del cauce principal, en m.

H = El desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga, en m.

b. Análisis de la cuenca hidrológica

La presente cuenca hidrológica cuenta con una superficie de tierra con vegetación, las pendientes del terreno van variando de acuerdo a los tramos llegando a valores mayores al 50% con características ligeramente permeable, generalmente presenta lluvia y en ocasiones fuertes aluviones y empozamiento de agua en los meses de octubre hasta, y una estación húmeda que ordinariamente comprende los meses de julio, agosto y septiembre.

Información meteorológica en estación Riobamba – aeropuerto (M-057)

Con la información adquirida en la estación meteorológica de Riobamba se presentan los datos de temperatura, humedad relativa, nubosidad, heliofanía, evaporación, precipitación mensual, precipitación máxima diaria y número de días con lluvia mayor a 0,10 mm diarios recopilados en esta estación climatológica.

AÑO	TEM °C	HUM %	HELI OF horas	NUBOS octavos	EVAPOR mm	PRECIP , mm	Pmáx24h, mm	DIAS c/ LLUVIA
1959	13,0	80	n/d	6	n/d	443,9	27,6	158
1960	14,0	77	n/d	6	n/d	244,5	16,8	89
1961	12,6	80	n/d	6	n/d	276,8	29,0	70
1962	12,9	77	1.509,2	6	401,5	467,8	32,4	96
1963	13,5	73	1.546,1	6	625,6	500,3	20,9	134
1964	13,3	73	1.868,2	6	2.120,0	418,1	24,4	176
1965	n/d	73	1.898,1	6	1.720,8	479,3	25,6	182
1966	13,9	72	1.122,8	6	965,5	370,9	25,4	132
1967	13,3	72	n/d	6	241,4	358,9	22,1	138
1968	13,5	70	1.869,0	6	634,7	253,1	20,3	86
1969	13,7	75	1.630,2	6	1.209,1	482,5	47,6	128
1970	13,2	78	1.750,9	7	1.111,1	574,9	35,4	149
1971	13,0	75	1.179,0	7	1.044,3	526,7	20,1	160
1972	13,5	79	1.588,7	6	1.017,6	473,9	28,4	131
1973	13,9	69	1.668,1	7	n/d	276,5	15,3	91
1975	13,0	70	1.579,9	7	823,0	621,0	24,3	186
1976	13,4	68	1.653,1	6	1.073,9	390,0	18,8	141
1977	13,8	70	1.702,0	6	931,5	365,3	25,0	132
1978	13,8	73	1.828,1	6	1.067,0	373,8	22,6	135
1979	14,0	72	n/d	6	1.250,8	274,6	28,1	104
1980	13,9	71	n/d	6	n/d	373,6	24,6	91
1981	14,3	70	1.750,4	6	n/d	433,2	26,2	130
1982	14,4	76	1.534,5	n/d	n/d	581,8	26,0	n/d
1983	13,9	73	1.536,6	6	n/d	627,4	25,4	148
1984	13,5	77	1.493,9	6	n/d	668,5	22,0	n/d
PROM =	13,5	74	1.607,7	6	1.000,6	435,0	25,1	131
<i>n / d dato no disponible.-</i>								

Tabla 35. Información meteorológica en estación Riobamba – Aeropuerto (M-057)

Fuente: Centro de Asesoría e Investigación “Julián Quito”

c. Coeficiente de escorrentía “C”

Es un factor que depende del tipo de suelo existente (tierra, capa vegetal, pavimento, etc).

Para determinar el coeficiente, según la superficie que tenga utilizaremos las siguientes tablas adjuntas.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	COEFICIENTE ESCORRENTÍA	
	Pavimentos de Hormigón u Hormigón asfáltico	0,75
Pavimentos de Macadán Asfáltico o Sup. De Grava Tratada	0,65	0,8
Pavimentos de Grava, Macadán etc.	0,25	0,6
Suelo Arenoso, Cultivado o con Escasa Vegetación	0,15	0,3
Suelo Arenoso, Bosques o Materiales Espesos	0,15	0,3
Grava, Ninguna o Escasa Vegetación	0,2	0,4
Grava, Bosques o Matorrales Espesos	0,15	0,35
Suelo Arcilloso, Ninguna o Escasa Vegetación	0,35	0,75
Suelo Arcilloso, Bosques o Vegetación Abundante	0,25	0,6

Tabla 36. Cálculo de coeficiente de escorrentía según el tipo de superficie
Fuente: Proyecto, Contratación y Mantenimiento de Caminos Pio Cuervas Moreno. Pag.205

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRON.	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPREC
		> 50 %	20%	5%	1%	< 1 %
SIN VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6
	SEMIPERMEABLE	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5
	PERMEABLE	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5
	SEMIPERMEABLE	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4
	PERMEABLE	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2
PASTOS, VEGETACIÓN LIGERA	IMPERMEABLE	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45
	SEMIPERMEABLE	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35
BOSQUES, DENSA VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35
	SEMIPERMEABLE	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25
	PERMEABLE	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05

Tabla 37. Cálculo de coeficiente de escorrentía según la pendiente y el tipo de suelo.
Fuente: Caminos en el Ecuador; Ing. A. Salgado

d. Intensidad de precipitación “I”.

Con el fin de considerar en el calculo de caudales la influencia de las magnitudes de precipitaciones pluvial, se han definido las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia, en cuyo cálculo entra como datos básico el correspondiente a la precipitación máxima en 24 horas para la zona en estudio, valor empírico en el parámetro I_d de acuerdo a las siguientes relaciones establecidas por el INAMHI para la Zona N° 16 en su última publicación del año 2000.

$$\text{Para } 5 \text{ min} < t < 25 \text{ min} >>> I_{t,T} = 76,946 * t^{-0.4583} * I_d$$

$$\text{Para } 25 \text{ min} < t < 1440 \text{ min} >>> I_{t,T} = 174.470 * t^{-0.7143} * I_d$$

Donde:

I, T = Intensidad máxima de lluvia con duración t y periodo de retorno T años,

t = Tiempo de duración de la lluvia.

I_d = Intensidad diaria para un periodo de retorno de T años ($I_d = P_d / 24$), mm/hora.

P_d = Precipitaciones diarias (precipitación máxima en 24 horas), mm.

Sobre la base de las antes indicadas expresiones, se determinan las intensidades máximas de lluvia para diferentes períodos de retorno y duraciones, resumiéndose los resultados obtenidos en el Tabla No 30 y Gráfico No 24 adjuntos.

Tr (años)	t (minutos)						t (horas)			
	5	10	15	20	30	60	2	6	12	24
2	55.2	40.2	33.4	29.2	23.1	14.1	8.6	3.9	2.4	1.5
5	64.4	46.9	38.9	34.1	26.9	16.4	10	4.6	2.8	1.7
10	73.6	53.6	44.5	39	30.7	18.7	11.4	5.2	3.2	1.9
25	92	67	55.6	48.7	38.4	23.4	14.3	6.5	4	2.4
50	110.4	80.4	66.7	58.5	46.1	28.1	17.1	7.8	4.8	2.9
100	147.2	107.1	89	78	61.5	37.5	22.8	10.4	6.4	3.9

Tabla 38. Intensidades máximas de lluvia.

Fuente: Centro de Asesoría e Investigación “Julián Quito”, del Gobierno Provincial de Chimborazo

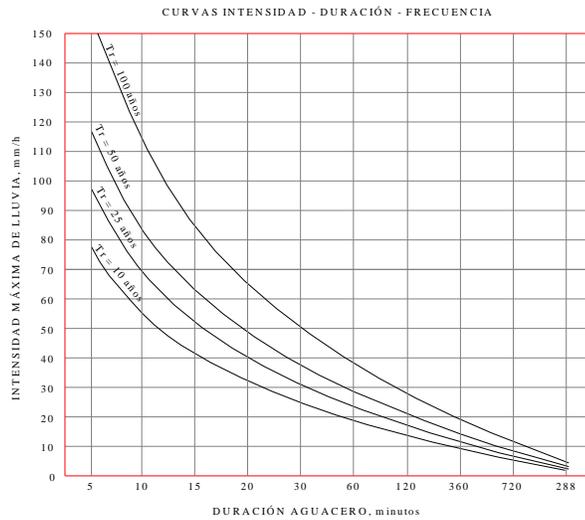


Gráfico 9. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia, Zona 16.

Fuente: Centro de Asesoría e Investigación “Julián Quito”, del Gobierno Provincial de Chimborazo

e. Áreas de aportación.

Consideramos áreas de aportación a todas las aguas de precipitación que se escurren y logran llegar a un punto determinado, nos ayudamos con el programa ArcGis, en el cuál se pudo determinar el área y su perímetro, así como la cota máxima y la mínima.

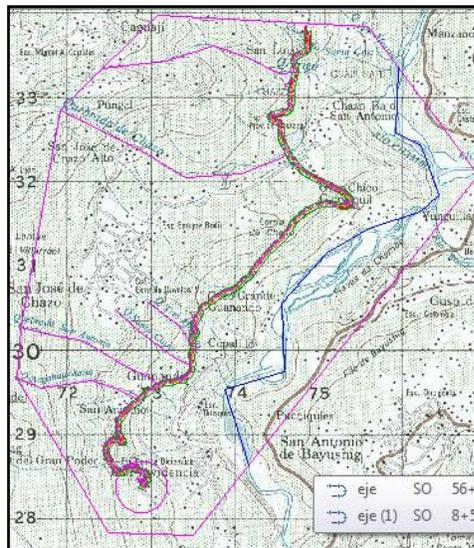


Gráfico 10. Áreas de aportación
Elaborado por: Esthefany Calderón

7.10.2. Normas para el diseño hidráulico de alcantarillas y cunetas

Para realizar el respectivo diseño, se utilizarán normas vigentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP. Las alcantarillas, así como las cunetas, estamos hablando de canales abiertos, ya que las alcantarillas trabajan parcialmente llenas por lo tanto se lo considera como un canal abierto, mientras que las cunetas sí son conductos abiertos.

El diseño del canal de la carretera se lo realiza tomando dos consideraciones:

- Determinando la sección adecuada de la descarga de diseño y la pendiente existente.
- Determinando la protección contra la erosión, para lo cual es necesario calcular la velocidad del agua en el canal y a fin de compararla con la velocidad permisible.

Las características del flujo deben ser uniformes, esto quiere decir que tanto la descarga, sección transversal, rugosidad y pendiente del canal deben permanecer constantes, tendrá un calado determinado, y para la determinación de la velocidad se utilizará la ecuación de Manning, para la descarga o caudal la ecuación de continuidad. Se deberá comprobar el valor de la descarga por el método racional, el cual considera el coeficiente de escorrentía, la intensidad de la precipitación y el área a drenar.

A todas estas consideraciones, le añadimos la consideración de la pendiente de la alcantarilla, la determinación de su entrada y salida de acuerdo a su topografía.

7.10.3. Drenaje longitudinal

Se lo construye sobre la superficie del camino o terreno, sus funciones son de captación, salida, defensa y cruce. Las cunetas son zanjas que generalmente se los ubica fuera de la calzada y va paralela al eje del camino, se los realiza a ambos lados de camino los cuales ayudan a transportas las aguas provenientes de la corona, y lugares adyacentes hacia un lugar determinado donde no provoquen daños.

Su pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un mínimo de 0,50% y un valor máximo que variará de acuerdo a la velocidad del agua.

Localización, pendiente y velocidad:

Se presenta la tabla como norma de criterio de la velocidad del agua, a partir del cual se produce erosión, sin embargo es práctico limitar el agua en cunetas a 3,00 m/s en zampeado y a 4,00 m/s n hormigón.

Material	Velocidad m/s.	Material	Velocidad m/s.
Arenas Finas	0.45	Pizarra suave	2.0
Arcillas arenosas	0.50	Grava gruesa	3.5
Arcilla ordinarias	0.85	Zampeado	3.4 - 4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 - 7.5
Grava Fina	2.00	Hormigón	4.5 - 7.5

Tabla 39. Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales.

Fuente: Ingeniería Vial, I MORALES S HUGO A, 2006.

TIPO DE SUPERFICIE	"n"
Roca, lisa y uniforme	0.03
Roca, aspera e irregular	0.04
Excavados en tierra	0.0275
Revestidos de Concreto en condiciones buenas.	0.015
Revestidos de Concreto en condiciones medias.	0.13

Tabla 40. Coeficiente de Rugosidad "n".

Fuente: Ingeniería Vial, I MORALES S HUGO A, 2006.

Secciones adoptadas y características:

La sección transversal de las cunetas serán secciones triangulares denominadas en V debido a que su proceso constructivo es muy fácil por lo tanto disminuye su costo, además su mantenimiento es más práctico.

Se diseñarán y construirán dos tipos de secciones como: Cunetas laterales al pie de talud en corte y sobre taludes en relleno.

A lo largo de la vía existen intersecciones, en donde la cuneta se suspenderá, y continuará al terminar la intersección.

Adoptamos las dimensiones señaladas en las secciones típicas propuestas de la vía para una longitud determinada en dependencia del caudal transportado.

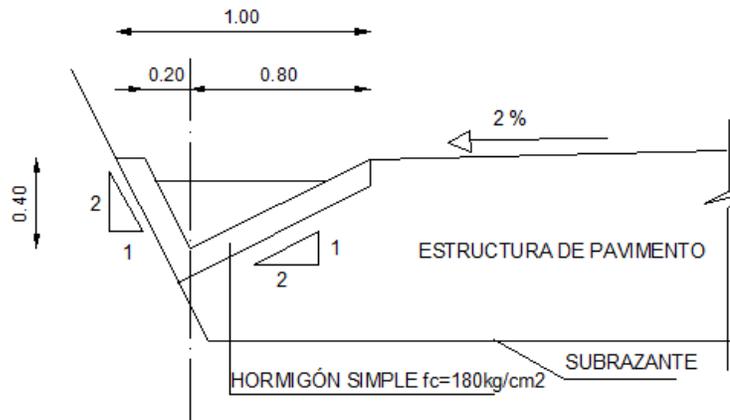


Gráfico 11. Cuneta típica lateral al pie de talud

Elaborado por: Esthefany Calderón

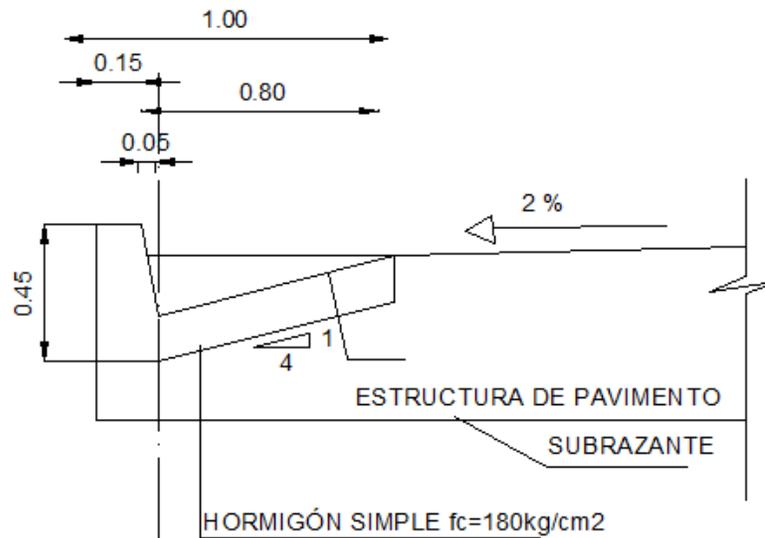
DATOS:

Coefficiente de Rugosidad: $n = 0.015$

Área: $A = 0.135 \text{ m}^2$

Perímetro: $P = 1.040 \text{ m}$.

Radio Hidráulico: $R = 0.130 \text{ m}$



*Gráfico 12. Cuneta típica lateral de relleno
Elaborado por: Esthefany Calderón*

DATOS:

Coeficiente de Rugosidad: $n = 0.015$
 Área: $A = 0.10 \text{ m}^2$
 Perímetro: $P = 0.1075 \text{ m}$.
 Radio Hidráulico: $R = 0.093 \text{ m}$

7.10.3.1. Diseño hidráulico de cunetas laterales al pie de taludes.

El objetivo de estas cunetas es recolectar y conducir la escorrentía superficial que se ha producido por precipitaciones pluviales, las cuales provienen de la calzada y de taludes adyacentes, adoptándose las dimensiones y características señaladas en las secciones típicas propuestas de la vía para una longitud determinada en dependencia del caudal transportado.

METODOLOGÍA:

Para ocupar el método racional relacionamos el coeficiente de escorrentía, la intensidad de la precipitación y el área de drenaje. Usamos la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

En la utilización de la ecuación de Manning intervienen la ecuación de continuidad, la ecuación del radio hidráulico según la geometría de la cuneta.

Ecuación de Manning: (para determinar la velocidad)

$$V = \frac{S^{1/2} R^{2/3}}{n}$$

Donde:

V = Velocidad en m/seg.

S = Pendiente de la cuneta en %

R = Radio hidráulico en m.

n = Coeficiente de Manning

Ecuación de continuidad. (Para determinación del caudal)

$$Q = V * A$$

Donde:

Q = Caudal.

V = Velocidad.

A = Área.

Ecuación de Radio Hidráulico

$$Q = \frac{A}{P}$$

Donde:

R = Radio hidráulico.

A = Sección mojada de la cuneta en m².

P = Perímetro mojado en m.

Los valores de A y de P se obtienen con las ecuaciones que corresponden para sección triangular.

DISEÑO HIDRAULICO DE UNA CUNETTA LATERAL

Partimos de la cuneta tipo que nos recomienda el MTOP, en donde sus características son las siguientes:

H = 0.40 m (Profundidad asumida)

Taludes de la cuneta = 1:2 y 2:1 (Ver grafico)

Altura libre de seguridad = 0.10 m

S (pendiente longitudinal) = 6.5%

n (Coeficiente de rugosidad) = 0.016 (Cuneta revestida de hormigón)

C (Tipo de superficie de drenaje) = 0.5

A (Superficie de drenaje) = 2.40 Ha.

Las distancias de 0.20 m y 0.80 m se determinan muy fáciles considerando la inclinación de los taludes.

DIMENSIONAMIENTO DE LA CUNETA TIPO MTOP.

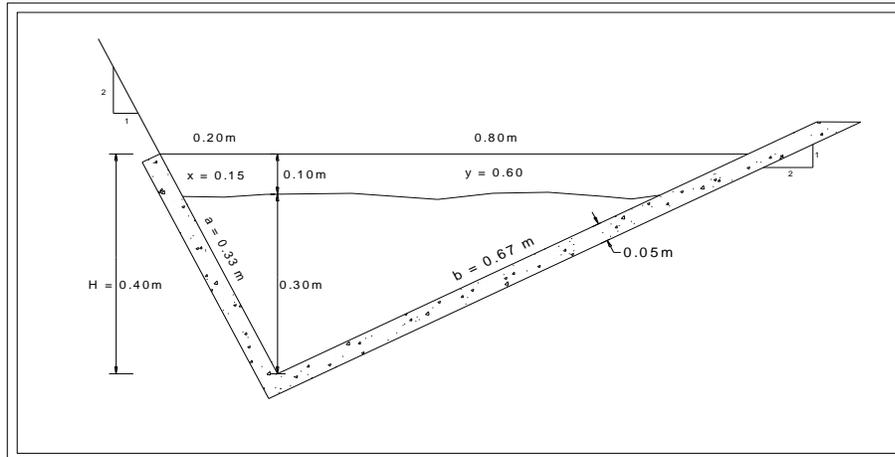


Gráfico 13. Cuneta típica triangular

Fuente: Estudio Definitivo de la Vía San José de Sabañag del H. CONSEJO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO

Área efectiva de la cuneta:

$$Ae = \frac{b * h}{2}$$

$$Ae = \frac{0.75 * 0.30}{2}$$

$$Ae = 0.1125 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado de la cuneta:

Pared mojada AB:

$$P1 = \sqrt{0.30^2 + 0.60^2} = 0.670 \text{ m}$$

Pared mojada BD:

$$P2 = \sqrt{0.15^2 + 0.30^2} = 0.335 \text{ m}$$

Perímetro mojado total:

$$Pm = P1 + P2 = 0.335 + 0.670$$

$$Pm = 1.005 \text{ m}$$

Radio Hidráulico:

$$R = \frac{Ae}{Pm}$$

$$R = \frac{0.1125}{1.005}$$

$$R = 0.112$$

Aplicación de la ecuación de Manning:

$$V = \frac{S^{1/2} R^{2/3}}{n}$$

$$V = \frac{0.065^{1/2} \cdot 0.112^{2/3}}{0.016}$$

$$V = 3.70 \text{ m/s}$$

Ecuación de continuidad:

$$Q = V * A$$

$$Q = 3.70 * 0.1125$$

$$Q = 0.417 \text{ m}^3/\text{s}$$

De acuerdo al método racional tenemos que:

$$C \text{ (coeficiente de escorrentía)} = 0.55$$

$$t \text{ (Tiempo de concentración)} = 5 \text{ minutos.}$$

$$A \text{ (Área de drenaje)} = 2.4 \text{ Ha}$$

Intensidad de precipitación

$$I = 166 / t^{0.34}$$

$$I = 166 / 5^{0.34}$$

$$I = 95.95 \text{ mm/h}$$

Caudal:

$$Q = CIA / 360$$

$$Q = 0.55 * 95.95 * 2.4 / 360$$

$$Q = 0.351 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V_{\text{real}} = 0.351 / 0.1125 = 3.12 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{admitida}} = 3.70 \text{ m/s}$$

La cuneta tipo MOP, satisface plenamente las condiciones de drenaje.

7.10.3.2. Diseño hidráulico de cunetas de coronación

De manera general, se diseñan cunetas de coronación de sección rectangular, por presentar ventajas en el aspecto constructivo, con dimensiones recomendadas tales como un ancho de fondo entre 0.3 y 1.00 m; y calados entre 0.3 y 0.60 m.

Para el diseño de la cuneta de coronación, se debe tener datos de caudal probable, la pendiente en función de la topografía del terreno, se parte de un prediseño con dimensiones asumidas y por iteraciones se determinan las dimensiones definitivas.

Para ello se utilizara la ecuación de Manning, ecuación de continuidad, también ecuaciones de radio hidráulico para una sección rectangular.

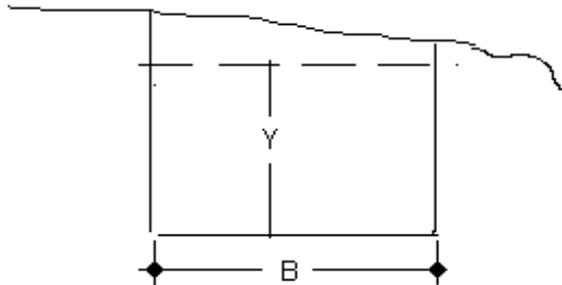


Gráfico 14. Dimensiones de la cuneta de coronación tipo

Fuente: NORMAS MTOP 2003

CÁLCULO DE LA CUNETA DE CORONACIÓN

$$Q = 0.351 \text{ m}^3/\text{s}$$

Área sección rectangular = by (Asumida)

$$A = 0.24 \text{ m}^2$$

Nos imponemos el ancho $b = 0.40 \text{ m}$

$$y = A / b$$

$$y = 0.242 / 0.40$$

$$y = 0.60 \text{ m}$$

La sección rectangular será de $0.60 \times 0.40 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DEL CÁLCULO CON LA ECUACIÓN DE MANNING

n tablas = 0.020 (coeficiente de Manning)

$$\text{Sección } A = 0.24 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado

$$P = b + 2y$$

$$P = 0.40 + 2 \times 0.60$$

$$P = 1.60 \text{ m}$$

Radio hidráulico

$$R = by / b + 2y \text{ (Para sección rectangular)}$$

$$R = 0.40 \times 0.60 / (0.40 + 2 \times 0.60)$$

$$R = 0.15 \text{ m}$$

Velocidad

$$V = \frac{S^{1/2} R^{2/3}}{n}$$

$$V = \frac{0.02^{1/2} \cdot 0.15^{2/3}}{0.02}$$

$$V = 1.99 \text{ m / s}$$

Caudal

$$Q = VA$$

$$A = Q / v$$

$$A = 0.351 / 1.99$$

$$A = 0.176 \text{ m}^2$$

La cuneta de coronación calculada satisface las condiciones de drenaje.

7.10.4. Drenaje transversal

El objetivo del drenaje transversal, es conducir el agua recolectada por un camino transversal, sin obstaculizar el paso. Dentro de este drenaje transversal se consideran las alcantarillas que son conductos cerrados que se construye por debajo de la subrasante con el objetivo de conducir el agua hacia causes naturales.

Las alcantarillas están compuestas por: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar las condiciones del escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura.

7.10.4.1. Cálculo de la alcantarilla tipo

DATOS:

$$L \text{ (Longitud)} = 6.00 \text{ m}$$

$$G \text{ (Gradiente)} = 4.0\%$$

$$A \text{ (Área a drenarse)} = 4.8 \text{ Ha}$$

$$C \text{ (coeficiente de escorrentía)} = 0.25$$

$$V \text{ (Velocidad)} = 0.85 \text{ m/s} \quad (\text{velocidad permisible en zonas boscosas})$$

FORMULAS UTILIZADAS

Intensidad de precipitación

$$I = 166 / t^{0.34}$$

$$I = 166 / 5^{0.34}$$

$$I = 95.95 \text{ mm/h}$$

(Tiempo de concentración = 5 minutos)

Caudal (Método racional)

$$Q = CIA / 360$$

$$Q = 0.25 * 95.95 * 4.8 / 360$$

$$Q = 0.319 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ecuación de continuidad.

$$A = Q / V$$

$$A = 0.319 / 0.85$$

$$A = 0.375 \text{ m}^2$$

Resultado final alcantarilla de sección circular.

$$A = \frac{\pi * \emptyset^2}{4}$$

$$\emptyset = 4 * \frac{A}{\pi}^{1/2}$$

$$\emptyset = 4 * \frac{0.375}{\pi}^{1/2}$$

$$\emptyset = 0.69 \text{ m}$$

Nosotros utilizaremos alcantarillas de sección circular con diámetro 1200 mm, cuyo material será acero corrugado de 2mm de espesor, respetando las normas mínimas del MTOP., garantizando la seguridad del proyecto vial.

7.10.4.2. Localización de alcantarillas

a) Procedimiento de Cálculo de alcantarillas por medio de los nomogramas

- 1) Se determina el caudal de diseño Q_d mediante el estudio hidrológico (Método Racional).

CALCULO DE CAUDALES DE LAS QUEBRADAS ARRIBA									
ABSC.	NOMBRE	L (m)	Ancho (m)	A aportación (Ha)	H (m)	C	Tc (min)	I (mm/h)	Q2 (m3/s)
1+760	Q. Angahuacha	500	300	15	15	0,55	10	53,60	1,23
2+040	Q. San Antonio	500	300	15	10	0,55	11	53,00	1,21
2+580	Q. Santa Clara	600	200	12	20	0,55	11	53,00	0,97
2+800	Q. Tres Molino	500	200	10	30	0,55	11	53,00	0,81
6+640	Q. Chazo	500	200	10	30	0,55	11	53,00	0,81
7+840	Q. Trigo	400	350	14	30	0,55	11	53,00	1,13

Tabla 39. Cálculo de caudales de las cuencas hidrográficas.

Elaborado por: Esthefany Calderón

ABSC.	NOMBRE	Q diseño (m3/s)	DIAM. (m)	DIAM. ASUMIDO (m)
1+760	Quebrada	1,23	0,94	1,20
2+040	tubería	1,21	0,94	1,20
2+580	Quebrada	0,97	0,86	1,20
2+800	tubería	0,81	0,80	1,20
6+640	tubería	0,81	0,80	1,20
7+840	tubería	1,13	0,91	1,20

Tabla 42. Cálculo de diámetro para tuberías de descarga de alcantarillas.

Elaborado por: Esthefany Calderón

Si en los cálculos de prediseño se obtiene valores menores a los diámetros especificados por el MTOP, se utilizarán los establecidos por esta entidad normativa. Es decir, al menos 1.20 m de diámetro.

A continuación se detalla la propuesta del drenaje transversal:

N°	ABSC.	ENTRADA	SALIDA	N°	SEC. TRANSV.		LONG. (m)			OBSV
					ORIF	D	MAT	IZQ	DER	
1	0+500	CAJÓN	ALAS	1	1,2	metálica	4,0	4,0	8,0	Tuberia nueva
2	1+760	CAJÓN	ALAS	1	1,2	metálica	4,0	4,0	8,0	Tuberia nueva
3	2+040	CAJÓN	ALAS	1	1,2	metálica	4,0	4,0	8,0	Tuberia nueva
4	2+580	CAJÓN	ALAS	1	1,2	metálica	4,0	4,0	8,0	Tuberia nueva
5	2+800	CAJÓN	ALAS	1	1,2	metálica	4,0	4,0	8,0	Tuberia nueva
6	3+000	CAJÓN	ALAS	1	1,2	metálica	4,0	4,0	8,0	Tuberia nueva
7	3+800	CAJÓN	ALAS	1	1,2	metálica	4,0	4,0	8,0	Tuberia nueva
8	4+400	CAJÓN	ALAS	1	1,2	metálica	4,0	4,0	8,0	Tuberia nueva
9	5+200	CAJÓN	ALAS	1	1,2	metálica	5,0	4,0	9,0	Tuberia nueva
10	6+000	CAJÓN	ALAS	1	1,2	metálica	4,0	4,0	8,0	Tuberia nueva
11	6+640	CAJÓN	ALAS	1	1,8	metálica	8,0	4,0	12,0	Tuberia nueva
12	7+840	CAJÓN	ALAS	1	1,2	metálica	4,0	4,0	8,0	Tuberia nueva

Tabla 41. Propuesta del drenaje transversal.
Elaborado por: Esthefany Calderón

En las alcantarillas nuevas de acuerdo a los cálculos obtenemos diámetros menores a 1.0 m, sin embargo adoptando la sugerencia del MTOP se tomará como diámetro mínimo 1.20 m. en ARMEX, para fácil colocación y mantenimiento.

Diámetro	1.20 m
Rugosidad	0.03
Pendiente	0.02
Radio Hidráulico	0.3
Área mojada	1.13 (tubo lleno)
Velocidad del agua	2.11 m/s

Tabla 44. Propiedades tubería de alcantarilla tipo Armex.
Elaborado por: Esthefany Calderón

7.9.3.3. ALCANTARILLA DUCTO CAJÓN EN LA ABSCISA 7+130

DATOS GENERALES

Se considera

LOZA MACISA

LUZ DEL PUENTE S

SOBRECARGA VEHICULAR

NÚMERO DE VÍAS

5	m
HS-20	
2	tn

Materiales

RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'_c =$	280	Kg/cm ²
FLUENCIA DEL ACERO $f'_y =$	4200	Kg/cm ²
CARPETA ASFÁLTICA E_a	0,05	m
DENSIDAD DEL CONCRETO δ_c	2,40	Tn/m ³
DENSIDAD DEL ASFALTO δ_a	2,00	Tn/m ³

CÁLCULO DE LA LOSA SUPERIOR E INFERIOR

1. Determinación del peralte de la losa

$$h_{min} = \frac{S + 3.05}{30} * 1.1$$

$$h_{min} = 0.41 \text{ m} \quad \geq 0.17 \text{ m}$$

$$h_{adoptado} = 0.40 \text{ m}$$

2. Cálculos de cargas

a) Carga muerta

$$PP_{losa} = h_{adop} * \delta_c * 1 \text{ m} \rightarrow \text{Peso propio de la losa} \rightarrow 0,96 \text{ Tn/m}$$

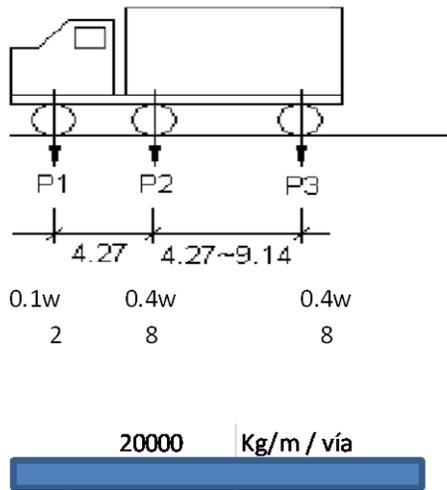
$$PP_{asfalto} = E_a * \delta_a * 1 \text{ m} \rightarrow \text{Peso propio del asfalto} \rightarrow 0,10 \text{ Tn/m}$$

$$CM_T = PP_{asfalto} + PP_{losa} \rightarrow \text{Carga muerta total} \rightarrow 1,06 \text{ Tn/m}$$

b) Carga viva

La carga viva es la del HS"=-44 en este caso se utilizará la carga equivalente uniforme distribuida que es de:

Longitudinal



$$Cv = \frac{\text{carga equivalente}}{\text{ancho de vía}} * 1m$$

ancho de vía según la norma	3,04	m
Carga viva	6,58	Tn/m

c) Carga de impacto

$$I = \frac{15.24}{l + 38.1} \leq 0.30$$

impacto	0,33	
impacto asumido	0,30	

$$CI = Cv * I$$

carga por impacto	1,97	Tn/m
-------------------	------	------

e) Resumen de cargas

CMt =	1,06	Tn/m	
Cv =	6,58	Tn/m	
CI =	1,97	Tn/m	
CT =	9,61	Tn/m	

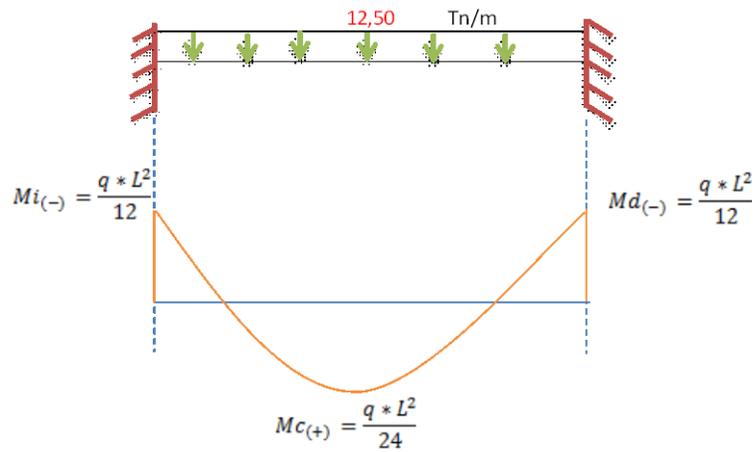
3. Métodos de diseño

a) Método de última resistencia

Se adoptará el momento más crítico

$$q_U = 1.3 * (D + L + I)$$

OP 2. Carga última	12,50	Tn/m
--------------------	-------	------



Mi (-)	66,65
Md (-)	66,65
Mc (+)	33,32

b) Cálculo del refuerzo positivo

				coeficiente para el cálculo del refuerzo		
	Mu	33,32	tn-m /m			
	∅	0,9				
	f'c	280	Kg/cm ²			
$k = \frac{M_u * 10^5}{\phi * f'c * b * d^2}$	b	100	cm			
	r	5	cm			
	d	35,00	cm			
	k	0,108	coeficiente			
	índice de refuerzo					
$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 * k}}{1.18}$	q	0,116	coeficiente			
	porcentaje de refuerzo					
$\rho = q * \frac{f'c}{f_y}$	ρ	0,0077				
	cálculo del As					
$As = \rho * b * d$	As	27,04	cm ² /m			
- cálculo de la armadura mínima						
$As_{min} = \frac{14 * b * d}{f_y}$	As min	11,67	cm ² /m			
-comprobación del As						
	$As \geq As_{min}$	cumple				
	As adoptado	27,04	cm ² /m			
a todo lo largo	5	∅ 18	@ 20 cm			en 1 m

c) Cálculo del refuerzo negativo

coeficiente para el cálculo del refuerzo			
	Mu	66,65	tn-m /m
	∅	0,9	
$k = \frac{M_U * 10^5}{\phi * f'c * b * d^2}$	f'c	280	Kg/cm ²
	b	100	cm
	r	5	cm
	d	35,00	cm
	k	0,216	coeficiente
índice de refuerzo			
$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 * k}}{1.18}$	q	0,254	coeficiente
porcentaje de refuerzo			
$\rho = q * \frac{f'c}{f_y}$	ρ	0,0169	
cálculo del As			
$As = \rho * b * d$	As	59,25	cm ² /m
- cálculo de la armadura mínima			
$As_{min} = \frac{14 * b * d}{f_y}$	As min	11,67	cm ² /m
-comprobación del As			
	$As \geq As_{min}$	cumple	
	As adoptado	59,25	cm ² /m
en toda la longitud	5	∅ 18	@ 20 cm
en los apoyos	5	∅ 18	@ 20 cm

d) Cálculo de la armadura por temperatura

$As_{temperatura} = 0.002 * b * h$ Astemp 8,00 cm²/m cumple
 leber ser mayor o igual a 2.64 cm²/m Astemp adop 8,00 cm²/m

5	∅ 14	@ 20 cm	en 1 m
---	------	---------	--------

DISEÑO DE LAS PAREDES

Datos generales

ALTURA DE LA PARED H	4	m
ALTURA EQUIVALENTE A SOBRECARGA VEHICULAR H _s	1,07	m
PESO ESPECÍCO DEL SUELO Y _s	1,92	Tn/m ³
ANGULO DE FRICCIÓN DEL SUELO Ø	35	º
K _a	0,271	
RESISTENCIA DEL CONCRETO f'c =	280	Kg/cm ²
FLUENCIA DEL ACERO f'y=	4200	Kg/cm ²
DENSIDAD DEL CONCRETO δc	2,40	Tn/m ³

Altura del muro	H _s
< = 1,53 m (5 pies)	1,68 m (5,5 pies)
3,05 m (10 pies)	1,22 m (4,0 pies)
6,10 m (20 pies)	0,76 m (2,5 pies)
> = 9,15 m (30 pies)	0,61 m (2,0 m pies)

Tabla 45. Altura de relleno equivalente sobrecarga vehicular H_s

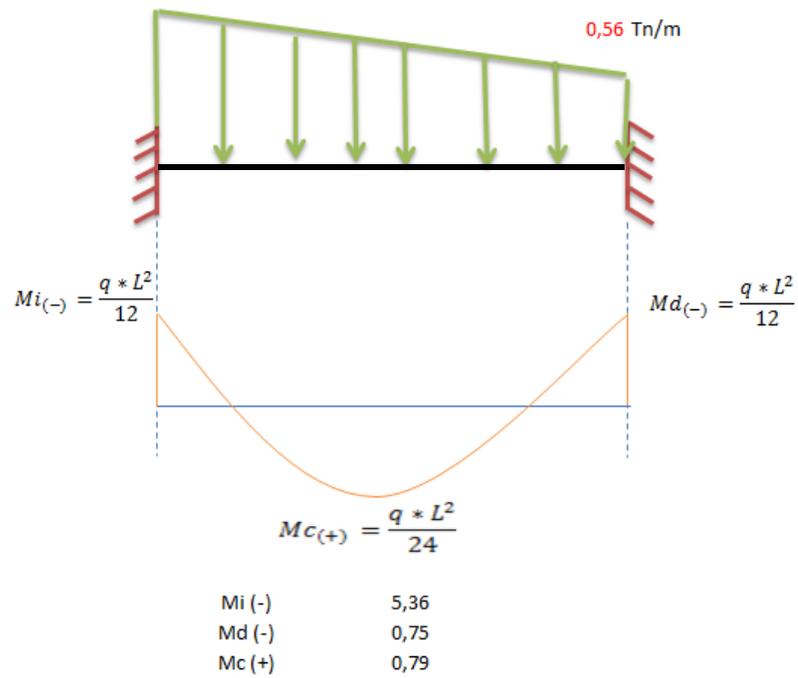
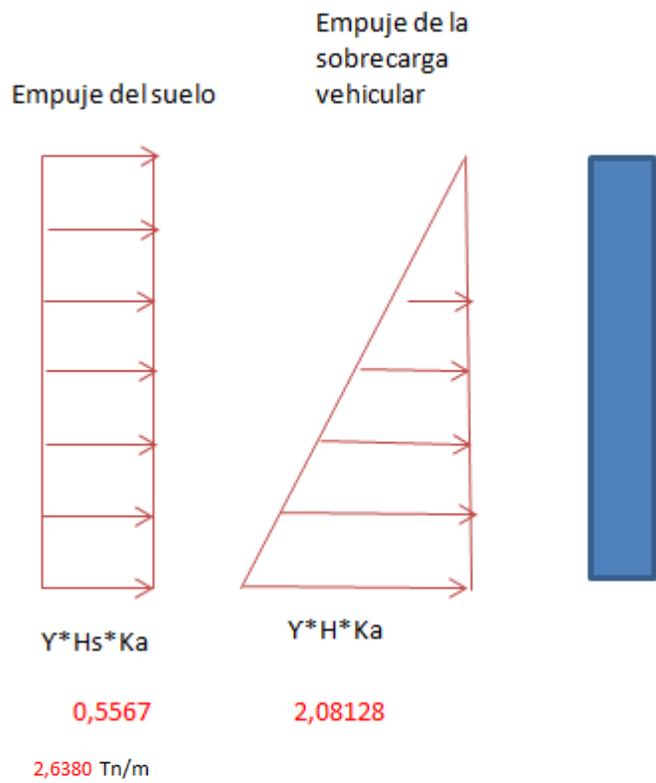
Elaborado por: Esthefany Calderón

1.- Determinación del espesor de la pared

$$h_{min} = \frac{(S + 3.05)}{30} * 1.1$$

h_{min} = 0,26 m >= 0.17 m
 hadoptado= 0,30 m

2.- Cálculo de cargas



a) Cálculo del refuerzo positivo

$$k = \frac{Mu * 10^5}{\phi * f'c * b * d^2}$$

$$k = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 * k}}{1.18}$$

$$k = q * \frac{f'c}{fy}$$

$$As = \rho * b * d$$

-Coeficiente para el cálculo del refuerzo

$$Mu = 0.79 \text{ tn} - \text{m/m}$$

$$\phi = 0.9$$

$$f'c = 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$d = 25,00 \text{ cm}$$

$$k = 0,005 \text{ coeficiente}$$

- Índice de refuerzo

$$q = 0,005$$

- Porcentaje de refuerzo

$$\rho = 0,0003$$

- Cálculo del As

$$As = 0,84 \text{ cm}^2/\text{m}$$

-Cálculo de la armadura mínima

$$As_{min} = \frac{14 * b * d}{fy}$$

$$A_{s_{min}} = 8,33 \frac{cm^2}{m}$$

- Comprobación del A_s

$A_s \geq A_{s_{min}}$ --> No cumple, se adoptará el mínimo

a todo lo largo $5\emptyset 18mm @ 20cm$

b) Cálculo del refuerzo negativo

$$k = \frac{Mu * 10^5}{\emptyset * f'c * b * d^2}$$

$$k = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 * k}}{1.18}$$

$$k = q * \frac{f'c}{fy}$$

$$A_s = \rho * b * d$$

-Coeficiente para el cálculo del refuerzo

$$Mu = 5,36 \text{ tn} - m/m$$

$$\emptyset = 0.9$$

$$f'c = 280 \frac{kg}{cm^2}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$d = 25,00 \text{ cm}$$

$k = 0,034$ *coeficiente*

- Índice de refuerzo

$q = 0,035$

- Porcentaje de refuerzo

$\rho = 0,0023$

- Cálculo del A_s

$A_s = 5,79 \text{ cm}^2/\text{m}$

-Cálculo de la armadura mínima

$$A_{s_{min}} = \frac{14 * b * d}{f_y}$$

$$A_{s_{min}} = 8,33 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

- Comprobación del A_s

$A_s \geq A_{s_{min}}$ --> No cumple, se adoptará el mínimo

en toda la longitud => 5Ø18mm@20cm

en los apoyos => 5Ø18mm@20cm

c)Cálculo de la armadura por temperatura

$$A_{s_{temperatura}} = 0,002 * b * h$$

$$A_{s_{temperatura}} = 6,00 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \text{ ---> cumple}$$

$$A_{S_{temp.adop}} = 6,00 \frac{cm^2}{m} \longrightarrow \text{debe ser mayor o igual a } 2,64 \frac{cm^2}{m}$$

$$A_{S_{temperatura}} = 5\emptyset 14mm @ 20cm$$

7.11. Pavimento

7.11.1. Estudios preliminares

Para determinar los espesores de las capas para la estructura del pavimento se analizó por dos alternativas, la primera aplicando el método AASHTO en la cual se considera características como el tránsito, subrasante ya existente, el índice de servicio esperado de la estructura así como las condiciones del ambientales bajo las cuales el pavimento estará sometido; la segunda por el método empírico propuesto por el "Manual de diseño de pavimentos asfálticos con bajo volumen de tránsito", por el Instituto Nacional de Vías de Colombia.

De acuerdo al Método de diseño de la AASHTO 1993, considerando diversos factores ambientales climáticos relacionados a niveles de presipitación, tráfico, humedad, agentes atmosféricos y naturales se cree adecuado el uso de pavimento flexible, compuesto por una Carpeta Asfáltica con mezcla elaborada en caliente, base granular clase 4 y subbase granular clase 3 para toda la longitud de la vía.

7.11.2. Adopción del cbr de diseño

Para determinar el espesor de las diferentes capas de la estructura adoptaremos el CBR de diseño, ya que estos dependen de la calidad de la sub rasante, se considera que mientras mejor es la calidad de la subrasante las capas de la estructura del pavimento tendrán menor valor por lo tanto se considera un menor costo.

Se seguirá los siguientes pasos:

- Obtenidos los datos de CBR en el laboratorio, se ordena de menor a mayor.
- Se enumera los CBR, asignando con el número 1 al mayor valor y así sucesivamente, con el fin e obtener la frecuencia.
- Se obtiene la frecuencia de los CBR, para esto el valor de las frecuencias, en porcentaje, se calcula dividiendo el número de orden para el número total de ensayos y multiplicado por 100.
- Se realiza el gráfico de frecuencia vs CBR.
- El CBR de diseño es el que corresponde al 95% de frecuencia.

NÚMERO	ABSCISA	VALOR CBR
1	0+500	16,00
2	1+000	16,00
3	1+500	16,00
4	2+000	16,00
5	2+500	17,50
6	3+000	17,50
7	3+500	17,50
8	4+000	17,50
9	4+500	17,00
10	5+000	17,00
11	5+500	17,00
12	6+000	17,00
13	6+500	23,00
14	7+000	23,00
15	7+500	23,00
16	8+000	23,00

Tabla 46. Valores de C.B.R. de la Subrasante

Fuente: Ensayos en el LCCM¹⁹

¹⁹ LCCM: Laboratorio de Control y Calidad de los Materiales

NÚMERO	FRECUENCIA	VALOR CBR
16	100,00	16,00
15	93,75	16,00
14	87,50	16,00
13	81,25	16,00
12	75,00	17,00
11	68,75	17,00
10	62,50	17,00
9	56,25	17,00
8	50,00	17,50
7	43,75	17,50
6	37,50	17,50
5	31,25	17,50
4	25,00	23,00
3	18,75	23,00
2	12,50	23,00
1	6,25	23,00

Tabla 47. Cálculo de Frecuencias

Elaborado por: Esthefany Calderón.

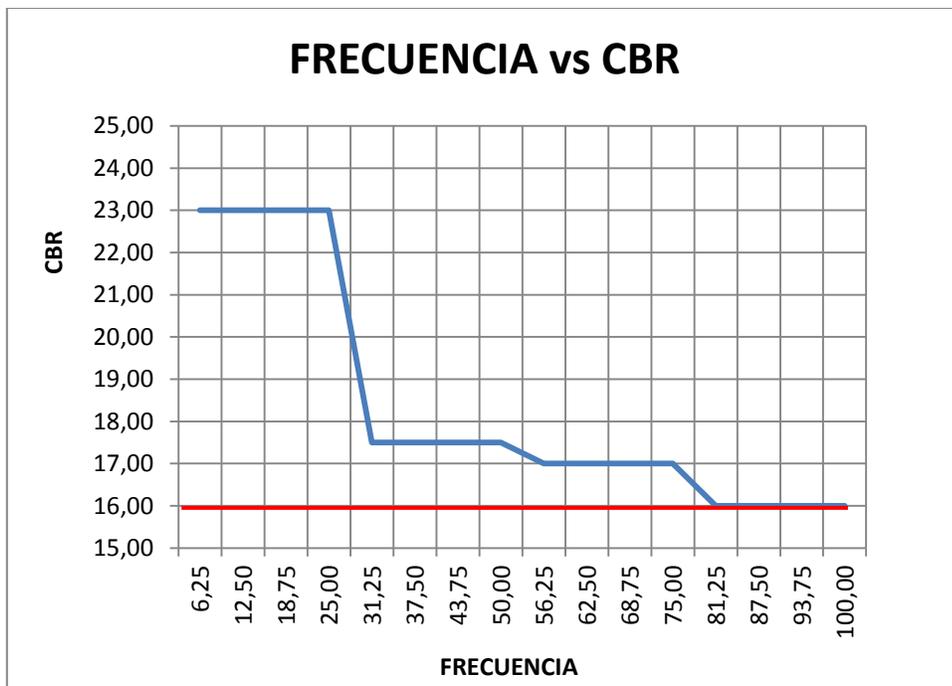


Gráfico 15. Curva de Frecuencia vs CBR

Elaborado por: Esthefany Calderón.

Para una frecuencia del 95%, el valor de CBR de diseño es 16 %.

7.11.3. Método AASHTO aplicado al país en el diseño del pavimento flexible

El pavimento que se va a desarrollar en el proyecto es de tipo flexible el cual está compuesto por tres capas: mezcla asfáltica en caliente, base granular y subbase granular.

Para determinar los espesores del pavimento flexible usamos la siguiente fórmula:

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

Donde:

W_{18} = Número previsto de ejes equivalentes de 18 Kip (18000lb).

Z_R = Nivel de confiabilidad R en la curva de distribución normalizada.

S_o = Desviación estándar.

SN = Número estructural.

ΔPSI = Índice de suficiencia o de servicio.

M_R = Módulo de resiliencia de la subrasante.

- **Numero de ejes equivalentes (W18).**- Para determinar el número de ejes equivalentes se pretende transformar el tráfico proyectado, para el período de diseño, a ejes equivalentes de 18000 lb principalmente de transporte pesado, marginando al transporte liviano que teóricamente no afectan a la estructura del pavimento flexible.

Se aplicará la siguiente ecuación:

$$W18 = Dd * DI * EAL$$

Donde:

Dd= Factor de distribución direccional

DI = Factor de distribución por carril.

EAL = Número de ejes equivalentes a 8.2 tn en el período de diseño.

Para determinar el número de ejes equivalentes se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se clasifica los vehículos pesados según sus distintas categorías, para nuestro caso solo C-2G (camión de dos ejes grande).
2. Se aplica un factor de daño que causa cada tipo de vehículo.

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		FACTOR DAÑO
	Ton	(P/6.6) ^4	Ton	(P/8.2) ^4	Ton	(P/15) ^4	
BUS	4	0.13	8	0.91			1.04
C-2P	2.5	0.02					1.29
	7	1.27					
C-2G	6	0.68	12	4.59			5.27
C-3	6	0.68			20	3.16	3.84
C-4	6	0.68					1.87

Tabla 48. Factores de daño según el tipo de vehículo

Fuente: Usando Datos del Cuadro Demostrativo de Cargas Útiles Permisibles del Departamento de Pesos, Medidas y Peaje de la Dirección de Mantenimiento Vial del MOP en el Ecuador.

Para determinar los factores de distribución por dirección y por carril aplicamos las siguientes tablas:

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN	
Nº de carriles en ambas direcciones	DI
2	0,50
4	0,45
6 o más	0,40

Tabla 49. Factores de distribución por dirección.

Fuente: Especificaciones AASHTO 93

Para esto, cada vehículo tiene un factor de daño como se indica a continuación, cabe indicar que para el diseño de pavimentos solamente se tomara los vehículos tipo Buses y pesados, desechando los livianos.

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN	
Nº de carriles en una sola dirección	LC
1	1,00
2	0,80 - 1,00
4	0,60 – 0,80
6 o más	0,50 – 0,75

Tabla 47. Factores de distribución por carril.

Fuente: Especificaciones AASHTO 93

Para nuestra vía emplearemos los siguientes valores:

Factor de distribución por dirección igual a 0.50

Factor de distribución por carril igual a 1.00

Para calcular el Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton (EAL) en el período de diseño aplicamos la siguiente fórmula:

$$EAL_{8.2\ ton} = 365(IMD_{2E} * FD_{2E} + IMD_{3E} * FD_{3E} + IMD_{TyST} * FD_{TyST}) \frac{1 + i^n - 1}{i}$$

Donde:

IMD_{2E} = Índice Medio Diario de Camiones de 2 ejes

IMD_{3E} = Índice Medio Diario de Camiones de 3 ejes

IMD_{TyST} = Índice Medio Diario de Camiones de TyST

FD_{2E} = Factor Destructivo de Camiones de 2E

FD_{3E} = Factor Destructivo de Camiones de 3E

FD_{TyST} = Factor Destructivo de Camiones de TyST

i = Tasa de crecimiento de los vehículos

n =Periodo de Diseño

Para nuestro proyecto existe un solo tipo de vehículo pesado, diferentes índices y periodos de 1 año, por lo tanto la ecuación se reduce a:

$$EAL\ 8.2\ ton = 365(IMD_{2E} * FD_{2E})$$

AÑO	% Crecimiento	TPDA	E AL (8.2 Ton)	W ₁₈
	CAMIONES	CAMIONES C-2G		
2,015	261%	13	2,50E+04	1,25E+04
2,016	261%	13	2,50E+04	1,25E+04
2,017	261%	14	2,69E+04	1,35E+04
2,018	261%	14	2,69E+04	1,35E+04
2,019	261%	15	2,89E+04	1,44E+04
2,020	261%	15	2,89E+04	1,44E+04
2,021	238%	15	2,89E+04	1,44E+04
2,022	238%	16	3,08E+04	1,54E+04
2,023	238%	16	3,08E+04	1,54E+04
2,024	238%	17	3,27E+04	1,64E+04
2,025	238%	17	3,27E+04	1,64E+04
2,026	238%	18	3,46E+04	1,73E+04
2,027	238%	18	3,46E+04	1,73E+04
2,028	238%	19	3,65E+04	1,83E+04
2,029	238%	19	3,65E+04	1,83E+04
2,03	238%	20	3,85E+04	1,92E+04
2,031	238%	21	4,04E+04	2,02E+04
2,032	238%	21	4,04E+04	2,02E+04
2,033	238%	22	4,23E+04	2,12E+04
2,034	238%	22	4,23E+04	2,12E+04
2,035	238%	23	4,42E+04	2,21E+04

Tabla 51. Cálculo de ejes equivalentes de 18000 lb.

Elaborado por: Esthefany Calderón

Cálculo tipo: para el 2015.

$$EAL\ 8.2\ ton = 365\ IMD_{2E} * FD_{2E} = 365(13 * 5.27)$$

$$EAL\ 8.2\ ton = 2,50E + 04$$

$$W18 = Dd * DI * EAL = 0.5 * 1 * 2,50E + 04$$

$$W18 = 1,25E + 04$$

- **Nivel de confiabilidad (Z_R).**- Es un factor de seguridad, en el cual se considera de acuerdo al tipo de vía y la zona donde se desarrolla.

Para nuestro diseño utilizaremos los valores de la siguiente tabla:

CLASE DE VIA	NIVEL DE CONFIABILIDAD	
	ZONA URBANA	ZONA RURAL
Rutas interestatales y autopistas	85.00 - 99.90	80.00 - 99.90
Arterias principales	80.00 - 99.00	75.00 - 99.00
Colectoras	80.00 - 95.00	75.00 - 95.00
Locales	50.00 - 80.00	50.00 - 80.00

Tabla 52. Nivel de confiabilidad en función del tipo de vía.

Fuente: Especificaciones AASHTO 93.

La vía en estudio es colectora en zona rural por lo que tomamos un valor de nivel de confiabilidad del 75%.

Para determinar la desviación estándar utilizamos la tabla adjunta ingresando con el valor del nivel de confiabilidad de 75%.

NIVEL DE CONFIABILIDAD	DESVIACIÓN ESTANDAR
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
95	-1.645
98	-2.054
99	-2.327
99,9	-3.09

Tabla 53. Desviación estándar en función del nivel de confiabilidad.

Fuente: Especificaciones AASHTO 93.

De la tabla obtenemos una desviación estándar de -0.674

- **Error Estándar combinado.**- Para pavimentos flexibles y construcciones nuevas se recomienda utilizar valores que van desde $0.35 - 0.40$.

Asumiremos un valor de 0.40 .

- **Índice de Suficiencia o de Servicio (ΔPSI).**- Varía de 0 a 5 la cual determina las condiciones del pavimento al término de la vida útil, en base a determinadas características físicas tales como huellas o surcos producidos por el tráfico, rugosidad de la superficie, grietas, etc. Se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

Donde;

P_o = Índice de servicio Inicial, asumimos 4.5 .

P_f = Índice de Servicio Final, asumimos 2.5 .

Por lo tanto el índice de servicio $\Delta PSI = 2.0$

- **Módulo de Resiliencia de la subrasante (M_R).**- Se determina mediante correlaciones con el C.B.R. con las siguientes expresiones de acuerdo al caso:

$$\text{C.B.R.} < 7,2\% \quad M_r(\text{p.s.i.}) = 1500 \times \text{CBR}$$

$$\text{Si C.B.R.} < 20\% \quad M_r(\text{p.s.i.}) = 3000 \times \text{CBR}^{0.65}$$

$$\text{Si C.B.R.} > 20\% \quad M_r(\text{p.s.i.}) = 4326 \times \ln(\text{CBR}) + 241$$

Debido a que nuestro CBR es menor al 20% utilizamos la segunda expresión:

$$M_r = 3000 \times \text{CBR}^{0.65}$$

$$M_r = 3000 \times (16)^{0.65}$$

$$M_r = 18188 \text{ psi}$$

Para nuestro caso con un CBR de diseño del 16%, nuestro Modulo de resiliencia de la subrasante será de 18188 psi.

- **Número Estructural (SN).**- Es la representación de la resistencia estructural de un pavimento con relación al valor soportante del suelo expresado en el modulo de resiliencia, índice de servicio, cargas equivalentes entre otros parámetros.

Para calcular el número estructural utilizamos la aplicación de la ecuación SN AASHTO93.

Tipo de Pavimento		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)	
<input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible	<input type="radio"/> Pavimento rígido	75 % Zr=-0.674	So = 0.4
Serviciabilidad inicial y final		Módulo resiliente de la subrasante	
PSI inicial = 4.5	PSI final = 2.5	Mr = 18188 psi	
Información adicional para pavimentos rígidos			
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)		Coeficiente de transmisión de carga - (J)	
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)		Coeficiente de drenaje - (Cd)	
Tipo de Análisis		Número Estructural	
<input checked="" type="radio"/> Calcular SN	W18 = 22120.825	SN =	1.10
<input type="radio"/> Calcular W18			
Calcular		Salir	

Gráfico 16. Aplicación "Número Estructural - AASHTO 93".

Elaborado por: Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela, MANIZALES.

Procesando la información obtenemos el Número estructural requerido para 20 años.

NE= 1.10

7.11.4. Conversión de los números estructurales e espesores de diseño

Utilizaremos la siguiente expresión para la transformación del número estructural:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Donde:

a_i = Coeficiente de la capa i

D_i = Espesor de la capa i

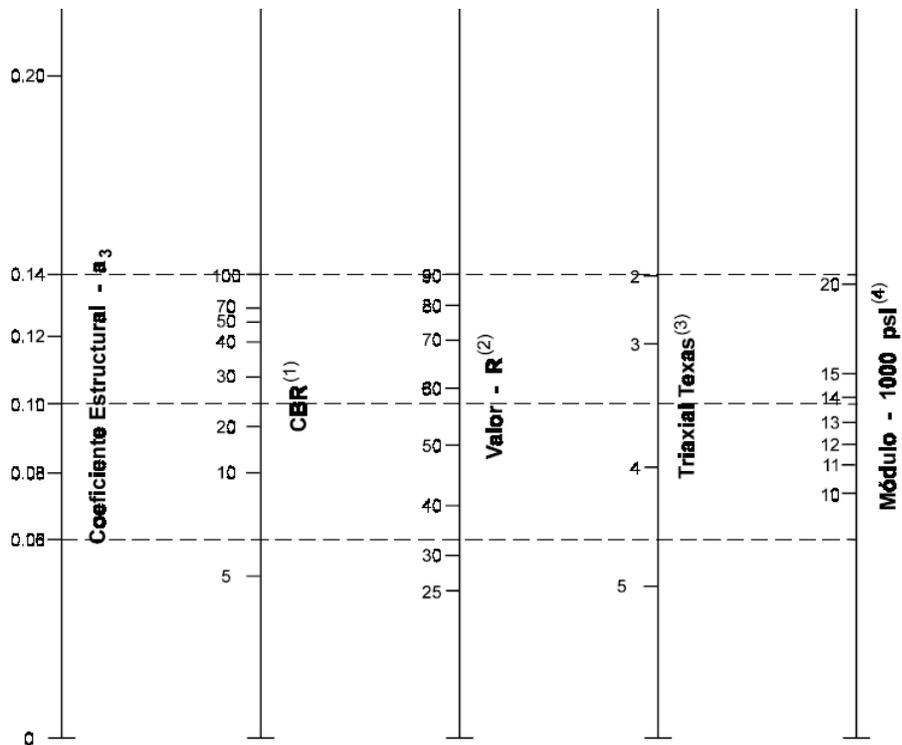
m_i = Coeficiente de drenaje de la capa i

a) Coeficientes estructurales de la resistencia del material utilizado en cada capa.

Los coeficientes estructurales para los materiales pétreos para mezcla asfáltica se escogieron de la mina de Cerro Negro ubicada a 35 km cuyo CBR es de 84 %.

Para terminar los coeficientes de los materiales hacemos usos de los monogramas emitidas por la AASHTO.

- **Sub base Granular (a3).**- Coeficiente estructural para la sub base con un C.B.R de 84 % es de $a_3 = 0.14$ y modulo de resiliencia de 20 163 psi.

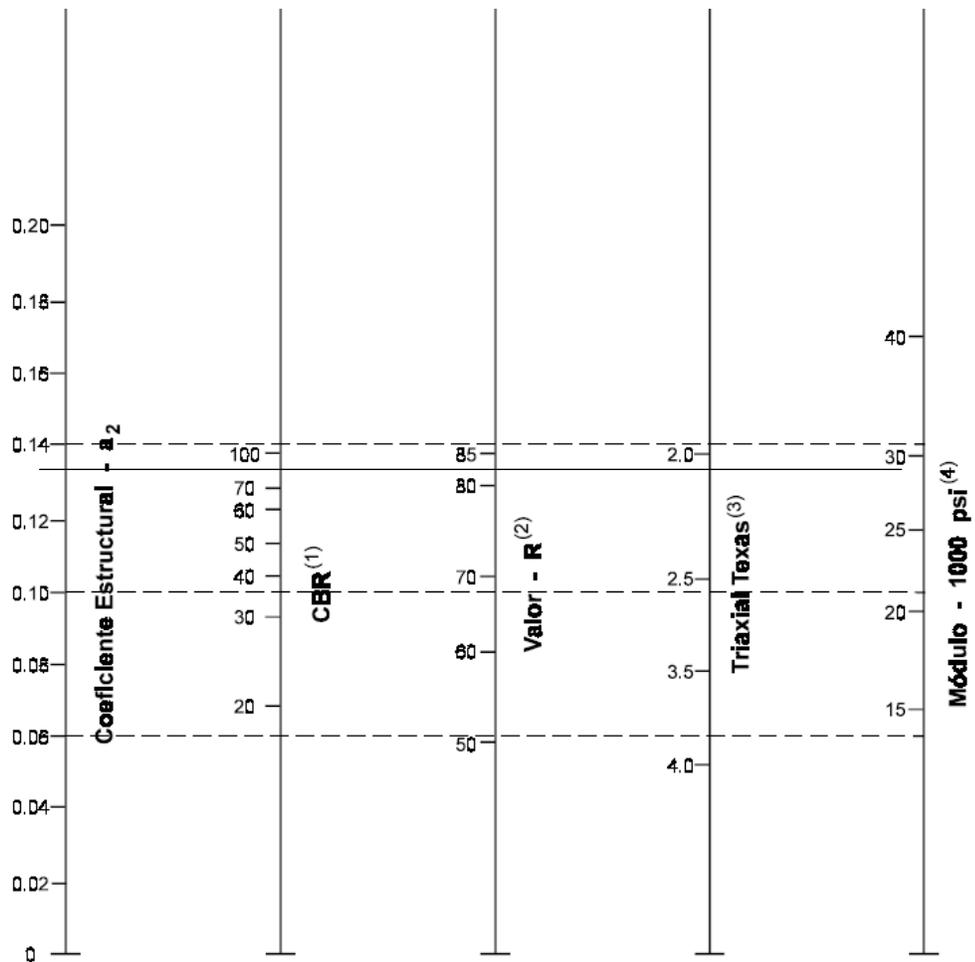


- (1) Escala derivada de correlaciones de Illinois.
- (2) Escala derivada de correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada de correlaciones obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto (3) del NCHRP.

Gráfico 17. Variación de los Coeficientes de capa "a3", en subbases

Fuente: Normas AASHTO 93

- **Base Granular (a2).**- Coeficiente estructural para la Base es de $a_2=0.138$, para un C.B.R de 84% y $MR = 20\ 163$ psi.

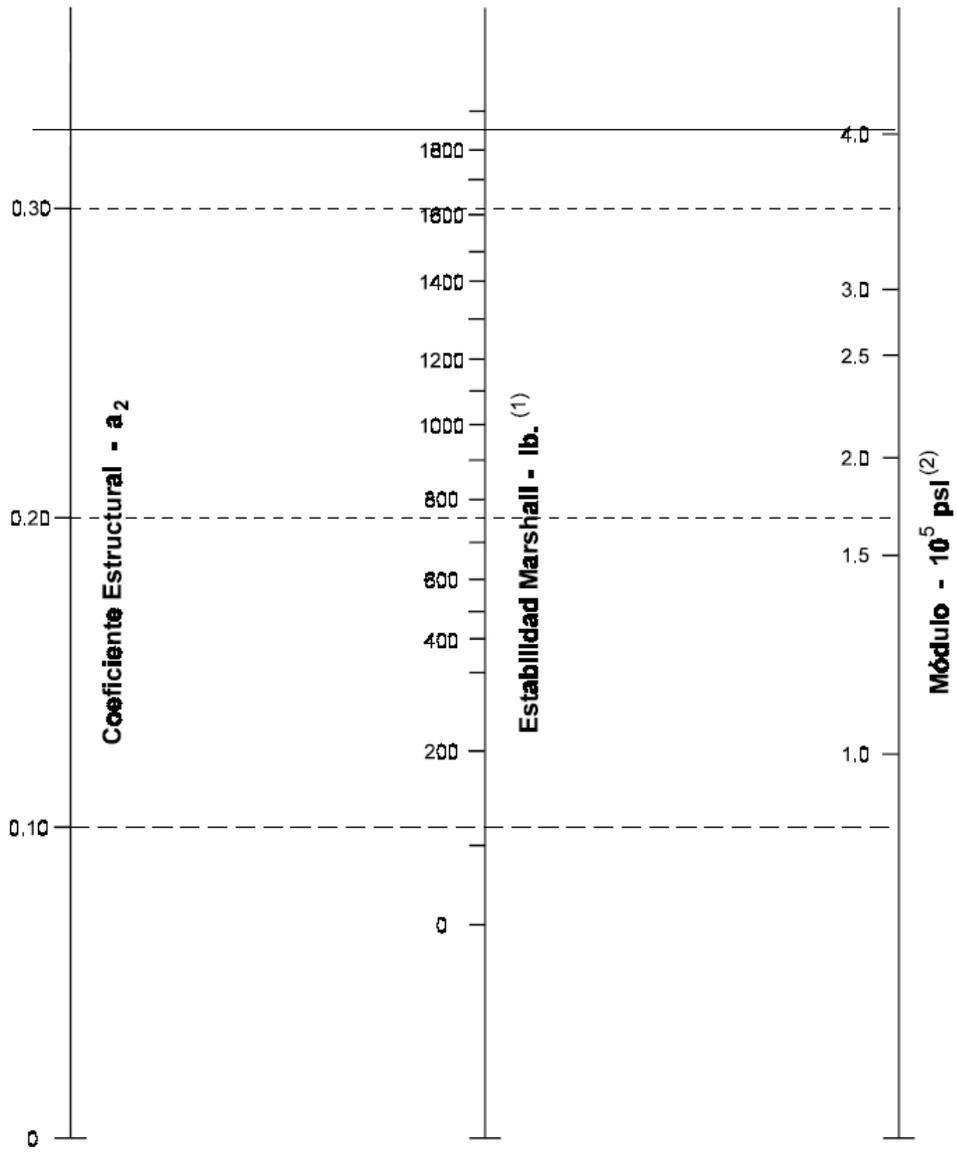


- (1) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de California, Nuevo México y
- (3) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto (3) del NCHRP.

Gráfico 18. Variación de los coeficientes de capa "a2", en bases granulares

Fuente: Normas AASHTO 93

- **Carpeta Asfáltica (a1).**- Considerando las características de los materiales recomendados para la carpeta asfáltica (Cerro Negro), y los ensayos realizados y aprobados por el Ministerio, el valor de Módulo de resiliencia es de 400000 psi, lo cual nos da un valor del coeficiente estructural para la capa asfáltica de 0.33.



- (1) Escala derivada por correlación obtenida de Illinois.
- (2) Escala derivada del proyecto (3) del NCHRP.

Gráfico 19. Variación de los coeficientes de capa "a1", en carpeta de asfalto
Fuente: Normas AASHTO 93

b) Coeficiente de drenaje.

Asumiremos una calidad de drenaje regular, con un porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próxima a la saturación de 5 - 25%, para las dos capas, por lo que el coeficiente de drenaje será m2 y m3 de 0.90 según la tabla adjunta.

Calidad de Drenaje	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menor 1%	1 – 5 %	5 -25%	Mayor 25%
Excelente	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,2
Bueno	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,0
Regular	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,8
Pobre	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,6
Muy pobre	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,4

Tabla 54. Factor de drenaje.

Fuente: Normas AASHTO 93

Con los datos anteriores se ha elaborado una hoja de cálculo para diseñar el pavimento flexible.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.

VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ PERTENECIENTES AL CANTÓN GUANO, PROVINCIA CHIMBORAZO

DATOS:					
PERIODO DE DISEÑO (AÑOS):			20,00		
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES W_{18} :			22120,83		
NIVEL DE CONFIABILIDAD (%):			75,00		
DESVIACIÓN ESTANDAR (Z_r):			-0,67		
ERROR ESTANDAR CONBINADO (S_o):			0,40		
INDICE DE INSUFICIENCIA (Δ PSI):			2,00		
Módulo de Resiliencia de los materiales			COEFICIENTES		
MATERIAL	CBR	M_R	ESTRUCTURALES (PSI)		
ASFALTO	-	400.000	a1:	0,330	
BASE	84	19.409	a2:	0,138	
SUBBASE	84	19.409	a3:	0,134	
SUBRASANTE	13	15.892			
LOG (EJES ACUMULADOS):			4,34		
NUMEROS ESTRUCTURALES REQUERIDOS:					
SUBRASANTE	SN1 =	1,165	COMPROBACIÓN:	4,34	
BASE	SN2 =	1,057		4,34	
SUBBASE	SN3 =	1,057		4,34	
El valor de la comprobación debe ser igual al valor del LOG(W18).					
ESPEORES:					
			$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$ $SN^*_1 = a_1 D_1 \geq SN_1$ $D^*_2 \geq \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2 m_2}$ $SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2$ $D^*_3 \geq \frac{SN_3 - (SN^*_1 + SN^*_2)}{a_3 m_3}$		
1) a, D, m, y SN corresponden a valores mínimos requeridos. 2) D* y SN* representan los valores finales de diseño.					
CAPAS DEL PAVIMENTO	VARIABLE			D_i^1 (pulg)	D_i^1 (cm)
CARPETA ASFALTICA	D*1		3,20	2	5
	SN*1	0,66			
BASE GRANULAR	D*2		3,20	3	7,5
	SN*2	0,37			
SUBBSASE GRANULAR	D*3		1,10	5	12,5
	SN*3	0,60			
TOTAL		1,64	7	10	25

Tabla 55. Diseño del Pavimento Flexible

Elaborado por: Esthefany Calderón

Según el cálculo el espesor total de la estructura de pavimento flexible es de 7 pulgadas, sin embargo las especificaciones de la AASHTO recomienda 10 pulgadas como mínimo, por esta razón en la vía se asumirán los siguientes espesores mínimos.

CAPA DE RODADURA = 5 CM

CAPA DE BASE = 7.5 CM

CAPA DE SUBBASE = 12.5 CM

7.12. Fuente de materiales

Los materiales que se pueden utilizar son los materiales de la mina de Cerro Negro que se encuentra ubicado en la ciudad de Riobamba a 30 Km, los cuales son utilizados para agregados de mezcla asfáltica y están calificados bajo las especificaciones del MTOP. También se puede recurrir a la mina de Cahujá, ya que actualmente se encuentran como proveedores de material para la construcción de la carretera Riobamba - Baños.

Características: Los materiales serán grava y arena heterogénea, estos se pueden utilizar como material para base clase 4, y sub base clase 3, agregados para la mezcla asfáltica, materiales para hormigones.

Volumen: El volumen variará de acuerdo a las necesidades del proyecto y de acuerdo a cada etapa de construcción.

Vías de Acceso: Las vías se encuentran asfaltadas.

7.13. Señalización²⁰

La señalización debe cumplir con el control de tránsito y los principios para el uso de los dispositivos, debe brindar seguridad y eficiencia dando a los usuarios regulación y prevenciones necesarias para la operación segura a través del movimiento ordenado de todos los usuarios viales en todo el país.

La norma del NEVI-12 se basa en la aplicación del Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 4 Parte 1 para la Señalización Horizontal y Parte 2 para la Señalización Vertical.

²⁰ PLANO DE SEÑALIZACION ADJUNTO ANEXOS

7.13.1. Señalización vertical

Las señales serán de tres tipos: reglamentarias, de prevención e informativas. Para que puedan cumplir su misión en forma acertada, los dispositivos para regular el tránsito deben satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- Tienen que tener una función necesaria.
- Llamar la atención.
- Claros y sencillos.
- Dar tiempo para responder.

a) Señales preventivas.

Las señales de prevención indican al usuario de la vía la presencia de condiciones peligrosas y su naturaleza. Pueden ser de forma cuadrada de 75 cm de lado y serán colocadas con la diagonal correspondiente en forma vertical.

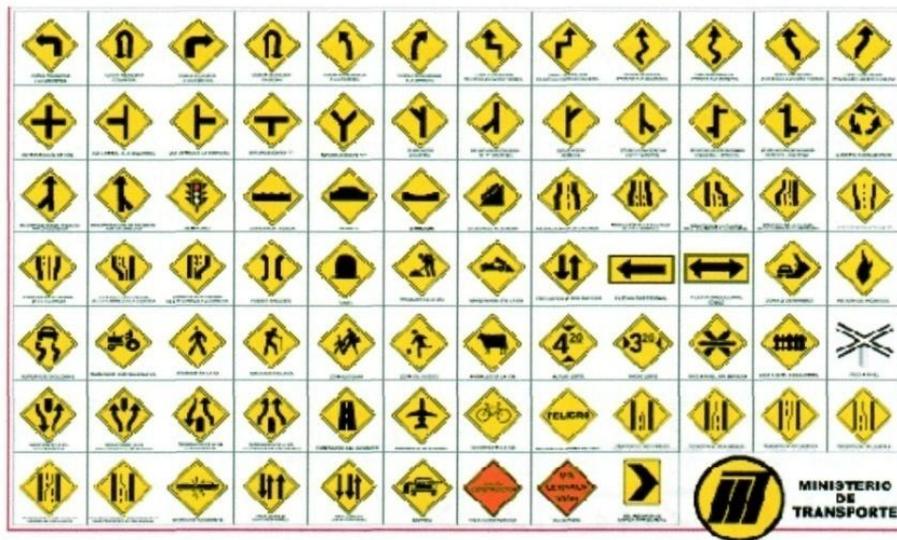


Grafico 20. Señales preventivas

Fuente: MTOP 2003

b) Señales Reglamentarias.

Las señales de reglamentación o reglamentarias tienen por objeto indicar a los usuarios de la vía, las limitaciones, prohibiciones y restricciones sobre su uso. Estas señales se identifican por el código general R seguido por un número, deberán tener forma circular de 75 cm de diámetro, con fondo blanco, figuras negras y orla con borde rojo, con excepción de la señal PARE que es octogonal con fondo rojo y letras blancas y al de CEDA EL PASO que es triangular y de borde rojo.



Grafico 21. Señales reglamentarias

Fuente: MTOP 2003

c) Señales Informativas.

Las señales de información o informativas tienen por objeto guiar al usuario de la vía dándole la información necesaria, en lo que se refiere a la identificación de las localidades, destinos, direcciones, sitios de interés especial, intersecciones y cruzamientos, distancias recorridas, prestación de servicios personales o automotores, etc. Estas se identifican con el código general E seguidas de un número de identificación.

Las señales informativas son de:

- Destino: previas y confirmativas.
- De ruta.
- Postes de kilometraje.

- Información general.



Grafico 22. Señales informativas

Fuente: MTO 2003

7.13.2. Señalización horizontal

La señalización horizontal está constituida por marcas viales que tienen como función complementar las regulaciones informaciones de otros dispositivos de tránsito, o transmitir mensajes sin distraer la atención del conductor.

La señalización horizontal propuesta en este proyecto, consta de:

- Marcas longitudinales centrales.
- Marcas longitudinales laterales.
- Marcas transversales
- Símbolos y Leyendas

7.14. Estudio económico

El estudio económico de un proyecto tiene como finalidad establecer la conveniencia económica o no de efectuar la obra. En fin el objetivo consiste en determinar cuánto se debe invertir y cuáles son los retornos económicos esperados.

Para determinar los beneficios se establece comparaciones de alternativas: "sin" y "con" proyecto en referente a los costos de operación de vehículos y tiempo de viaje.

7.14.1. Costos directos

Son cargos esenciales que se le dan en la ejecución de un ítem, estos van involucrados en la ejecución física de una unidad de obra, entre estos tenemos: materiales, maquinaria, servicio, equipo instalado y herramientas.

7.14.1.1. Lista de materiales

LISTA DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNID.	PRECIO UNIT	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Agregados P,treos	m3	12,00	3843,67	46124,08
Agua	m3	1,00	3100,08	3100,08
Arena	m3	8,00	1864,75	14917,98
Asfalto RC-2	Lt	0,34	59774,05	20323,18
Asfalto para recubrimiento	Lt	0,32	536,09	171,55
Cemento	kg	0,13	1087769,26	141410,00
Cemento Asfáltico Grado 2	kg	0,34	458298,13	155821,36
Diesel	Lt	0,27	23909,62	6455,60
Diesel para secador y otros	Glb	1,04	24709,39	25697,76
Diluyente para pintura tráfico	Gl	8,50	26,44	224,72
Encofrado	m2	4,80	9323,74	44753,94
Material de base 4 (inc tran)	m3	5,80	7304,53	42366,25
Material para sub base clase 3	m3	4,80	8186,12	39293,35
Microesferas	kg	2,10	26,44	55,52
Pintura de tráfico reflectiva	Gl	18,00	264,48	4760,58
Ripio	m3	12,00	2797,12	33565,45
Rótulo 0.75x0.75m (incl.poste	u	100,00	17,12	1711,82
Rótulo D=0.75m (Incl. poste y	u	100,00	34,24	3423,65
Rótulo de 1.20x0.60 (Incl.post	U	120,00	17,12	2054,19
Tubería Metálica D=1.20m, e=2.5	ml	202,2	205,42	41535,71
Tubería Metálica D=1.80m, e=2.5	ml	349,2	28,53	9963,39

TOTAL = 637730,16

Tabla 56. Lista de materiales

Elaborado por: Esthefany Calderón

7.14.1.2. Lista de equipos

LISTA DE EQUIPO

DESCRIPCIÓN	COSTO x HORA	HORAS- EQUIPO	TOTAL
Camioneta	22,00	87,28	1920,16
Cargadora 3.6m3 (960F)	37,00	334,38	12372,06
Compactador	2,50	43,48	108,70
Concretera Isaco	3,75	2004,92	7518,45
Distribuidor de asfalto	35,00	135,48	4741,80
Equipo de Pintura	14,00	87,28	1221,92
Escoba mec nica autopropulsada	17,00	135,48	2303,16
Excavadora 148HP (E240C)	45,00	806,5	36292,50
Herramienta menor	0,50	3182,47	1591,24
Motoniveladora 140HP (130G)	45,00	493,64	22213,80
Pavimentadora de asfalto 120H	45,00	219,64	9883,80
Planta asfalto	100,00	219,64	21964,00
Rodillo liso 150HP (CP563)	37,00	613,29	22691,73
Rodillo neum tico 77HP	37,00	419,65	15527,05
Tanquero agua 8m3	30,00	493,64	14809,20
Vibrador	3,00	2204,92	6614,10
Volqueta 20Ton (D20D)	25,00	621,44	15536,00

TOTAL = 197309,67

Tabla 57. Lista de equipos

Elaborado por: Esthefany Calderón

7.14.1.3. Lista de transporte de materiales

TRANSPORTE DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNID.	PRECIO TRANSP	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Agregados Pétreos	m3	1,05	3843,673277	4035,86
Arena	m3	10	1864,747297	18647,47
Asfalto RC-2	Lt	0,04	59774,05236	2390,96
Cemento	kg	0,01	1087769,257	10877,69
Cemento Asfáltico Grado 2	kg	0,04	439277,8589	17571,11
Material de base 4	m3	1,57	7304,525574	11468,11
Material para sub base clase 3	m3	1,49	8186,115101	12197,31
Ripio	m3	10	2797,120946	27971,21

TOTAL = 105159,73

Tabla 58. Lista de transporte e materiales

Elaborado por: Esthefany Calderón

7.14.1.4. Lista de mano de obra

LISTA DE MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CAT.	SAL.REAL xHORA	HOR- HOMBRE	TOTAL
Licencia TIPO E	Chofe	3,2	661,79	2117,73
Licencia TIPO D	Chofe	3,2	42,09	134,69
Peón	I	2,17	30503,95	66193,57
Ayudante Operador de Equipo li	II	2,33	98,49	229,47
Cadenero	III	2,2	571,31	1256,89
Albañil	III	2,2	5858,26	12888,18
Carpintero	III	2,2	3555,93	7823,06
Pintor	III	2,2	87,28	192,02
Maestro de Obra	IV	2,45	2443,95	5987,68
Planta Asf ltica	OEPI	2,33	219,65	511,78
Cargadora Frontal	OEPI	2,33	413,18	962,70
Tractor Tiende Tubos	OEPI	2,33	29,01	67,58
Motoniveladora	OEPI	2,45	96,13	235,51
Rodillo Autopropulsado	OEPI	2,33	96,13	223,98
Motoniveladora	OEPI	2,45	161,84	396,52
Excavadora	OEPI	2,45	694,81	1702,29
Barredora Tractor	OEPII	2,33	135,48	315,67
Rodillo Autopropulsado	OEPII	2,33	362,47	844,55
Distribuidor Asfalto	OEPII	2,33	135,48	315,67
Rodillo Tractor	OEPII	2,33	219,65	511,78
Franjeadora Tractor	OEPII	2,33	163,37	380,64
Acabadora Pavimento Asfaltico	OEPII	2,33	210,14	489,62
Ayudante Maquinaria	SI TI	2,33	2081,06	4848,88
Topógrafo 1	Topog	2,45	142,82	349,92

TOTAL 108980,38

Tabla 59. Lista de mano de obra

Elaborado por: Esthefany Calderón

7.14.2. Costos indirectos

Son los gastos que se realizan para la ejecución del proyecto y provienen de los gastos técnicos y administrativos que se necesitan para realizar procesos, dentro de estos tenemos:

Costo Directo	1049179,93 Dólares	
COMPONENTES DEL COSTO INDIRECTO	VALOR	%
Dirección de Obra	31.475,40	3
Administrativos	20.983,60	2
Locales provisionales	3.147,54	0,3
Vehículos	14.688,52	1,4
Servicios Públicos	2.622,95	0,25
Promoción	524,59	0,05
Garantías	11.540,98	1,1
Seguros	1.049,18	0,1
Costos Financieros	1.049,18	0,1
Prevención de Accidentes	1.049,18	0,1
Tasas, Impuestos y Formalización del Contrato	68.196,70	6,5
Imprevistos	1.049,18	0,1
UTILIDAD	104.917,99	10
TOTAL DE INDIRECTOS	262.294,98	25,0%

Tabla 60. Costos indirectos

Elaborado por: Esthefany Calderón

7.14.3. Presupuesto costo total

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL.
PRESUPUESTO: DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	OBRA BASICA				
302-1	Desbroce y limpieza	Ha	4,300	327,83	1.409,67
303-2(1)	Excavación sin clasificar (en suelo)	m3	66.191,95	1,20	79.430,34
303-2(6)	Desalojo de material de excavación sobrante	m3/km	354.655,26	0,30	106.396,58
	CALZADA				
403-1(3)	Subbase Clase 3 inc. Transporte	m3	7.866,59	12,84	101.006,99
405(1)-1	Base Clase 4 inc. Transporte	m3	4.213,25	16,32	68.760,28
405-2(1)	Asfalto RC para imprimación (rta 1.35 lt/m2)	lt	46.995,00	0,59	27.727,05
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en Planta	m2	52.798,70	8,56	451.956,89
	DRENAJE				
301-2.06(1)a	Remoción tubería de hormigón	m3	81,60	13,67	1.115,47
307-2(1)	Excavación y relleno para obras de arte menor	m3	148,20	3,91	579,46
503 (5)a	Hormigón simple f'c= 180 kg/cm2	m3	1.988,06	152,80	303.776,18
503 (5)a	Hormigón simple f'c= 210 kg/cm2	m3	44,59	159,83	7.126,82
307-3(1)b	Excavación para cunetas laterales	m3	567,57	7,03	3.990,02
602-(2A)a	Sumin. Y colocación tubería metálica D 1,20 m – e=2.5 mm	ml	88,00	262,32	23.084,16
	SEÑALIZACIÓN				
705-3(1)	Marcas de Pavimento (3 Lineas de Pintura)	ml	26.447,70	0,42	11.108,03
708-6	Señales Informativas 1.20x0.60 m	U	17,00	150,00	2.550,00
708-7	Señales Reglamentarias D=0.75 m	U	34,00	125,00	4.250,00
710	Señales Preventivas 0.75x0.75 m	U	17,00	125,00	2.125,00
					1.196.392,93

Tabla 61. Presupuesto de la vía La Providencia - Cahuají

Elaborado por: Esthefany Calderón

7.14.4. Cronograma valorado

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	MESES				
				ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
OBRAS PRELIMINARES								
Desbroce y limpieza	4,3	327,83	1.409,67	4,30				
				1.409,67				
Excavación sin clasificar (en suelo)	66.191,95	1,20	79.430,34	26.476,78	39.715,17			
				31.772,14	47.658,20			
Desalajo de material de excavación sobrante	354.655,26	0,30	106.396,58	106.396,58	248.258,68			
				31.918,97	74.477,61			
CONSTRUCCIÓN DE CALZADA								
Subbase Clase 3 inc. Transporte	7.866,59	12,84	101.006,99		3.146,64	4.719,95		
					40.402,79	60.604,19		
Base Clase 4 inc. Transporte	4.213,25	16,32	68.760,28			2.106,63	2.106,63	
						34.380,14	34.380,14	
Asfalto RC para imprimación (rta 1.35 lt/m2)	46.995,00	0,59	27.727,05				18.798,00	28.197,00
							11.090,82	16.636,23
Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en Planta de 5 cm	52.798,70	8,56	451.956,89				21119,48077	31679,22116
							225.978,44	225.978,44
SISTEMA DE DRENAJE								
Remoción tubería de hormigón	81,60	13,67	1.115,47	81,60				
				1.115,47				
Excavación y relleno para obras de arte menor	148,20	3,91	579,46		44,45952	103,73888		
					173,84	405,62		
Hormigón simple f'c= 180 kg/cm2	1.988,06	152,80	303.776,18			795,2256	1192,8384	
						121.510,47	182.265,71	
Hormigón simple f'c= 210 kg/cm2	44,59	159,83	7.126,82				26,754	17,836
							4.276,09	2.850,73
Excavación para cunetas laterales	567,57	7,03	3.990,02			283,785	283,785	
						1.995,01	1.995,01	
Sumin. Y colocación tubería metálica D 1,20 m – e=2.5 mm	88,00	262,32	23.084,16		35,2	52,8		
					9.233,66	13.850,50		

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	MESES				
				ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
OBRAS PRELIMINARES								
SEÑALIZACIÓN								
Marcas de Pavimento (3 Lineas de Pintura)	26.447,70	0,42	11.108,03					26.447,70
								11.108,03
Señales Informativas 1.20x0.60 m	17,00	150,00	2.550,00					17,00
								2.550,00
Señales Reglamentarias D=0.75 m	34,00	125,00	4.250,00					34,00
								4.250,00
Señales Preventivas 0.75x0.75 m	17,00	125,00	2.125,00					17,00
								2.125,00
Total Presupuesto			1.196.392,93					
Inversión por Periodo				66.216,25	171.946,10	232.745,93	459.986,21	265.498,44
Avance Parcial %				5,53	14,37	19,45	38,45	22,19
Inversión Acumulada				66.216,25	238.162,36	470.908,28	930.894,50	1.196.392,93
Avance Acumulado %				5,53	19,91	39,36	77,81	100,00

*Tabla 62. Cronograma valorado
Elaborado por: Esthefany Calderón*

7.14.5. Análisis de precios unitarios

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.

FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.

ITEM : 302-1

RUBRO : Desbroce y Limpieza

UNIDAD : HA

ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL

				0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Excavadora 148HP (E240C)		4.444	45.00	199.98
Herramienta menor		4.444	0.50	2.22

				202.20
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Excavadora	OEPI	4.444	2.45	10.88
Ayudante Maquinaria	SI TI	4.444	2.33	10.88
Peón	I	17.776	2.17	38.57

				60.33
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				262.20
COSTOS INDIRECTOS 25 %				65.63
PRECIO UNITARIO				327.83
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 303-2
 RUBRO : Excavación sin clasificar (en suelo)
 UNIDAD : M3
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL

				0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA		SUBTOTAL
Excavadora 148HP (E240C)	0.0125	45.00		0.56
Motoniveladora 140HP (130G)	0.0025	45.00		0.11
Rodillo liso 150HP (CP563)	0.0025	37.00		0.09
Tanquero agua 8m3	0.0025	30.00		0.08

				0.84
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Excavadora	OEPI	0.015	2.45	0.05
Motoniveladora	OEPI	0.0025	2.45	0.01
Rodillo Autopropulsado	OEPI	0.0025	2.33	0.01
Ayudante Maquinaria	SI TI	0.0175	2.33	0.04
Licencia TIPO E	Chofe	0.0025	3.20	0.01

				0.12
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.96
COSTOS INDIRECTOS 25 %				0.24
PRECIO UNITARIO				1.20
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 308-4
 RUBRO : Limpieza de derrumbes
 UNIDAD : M3
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL

				0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Cargadora 3.6m3 (960F)		0.0060	30.00	0.18
Volqueta 20Ton (D20D)		0.012	25.00	0.30

				0.48
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Excavadora	OEPI	0.0060	2.45	0.02
Ayudante Operador de Equipo li	II	0.0060	2.33	0.02
Licencia TIPO D	Chofe	0.012	3.20	0.03

				0.07
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.55
COSTOS INDIRECTOS 25 %				0.14
PRECIO UNITARIO				0.69
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 3008
 RUBRO : Desalojo de material de excavación sobrante
 UNIDAD : M3/KM
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL

				0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Cargadora 3.6m3 (960F)		0.003	30.00	0.09
Volqueta 20Ton (D20D)		0.006	25.00	0.15

				0.24
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Cargadora Frontal	OEPI	0.0030	2.33	0.01
Licencia TIPO E	Chofe	0.0030	3.20	0.01
Ayudante Maquinaria	SI TI	0.0030	2.33	0.01

				0.03
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.27
COSTOS INDIRECTOS 25 %				0.07
PRECIO UNITARIO				0.30
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 503-1
 RUBRO : Subbase Clase 3 inc. transporte
 UNIDAD : M3
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Material para sub base clase 3	m3	1.25	4.80	6.00
Agua	m3	0.20	1.00	0.20

				6.20
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
Motoniveladora 140HP (130G)	0.020	45.00	0.90	
Rodillo liso 150HP (CP563)	0.020	37.00	0.74	
Tanquero agua 8m3	0.020	30.00	0.50	
Herramienta menor	0.020	0.50	0.01	

			2.15	
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Motoniveladora	OEPI	0.002	2.45	0.00
Rodillo Autopropulsado	OEPII	0.002	2.33	0.00
Licencia TIPO E	Chofe	0.002	3.20	0.01
Ayudante Maquinaria	SI TI	0.008	2.33	0.02
Topógrafo 1	Topog	0.002	2.45	0.00
Cadenero	III	0.008	2.20	0.02

				0.06
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
Material para sub base clase 3	m3	1.25	1.49	1.86

				1.86
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				10.27
COSTOS INDIRECTOS 25 %				2.57
PRECIO UNITARIO				12.84
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 405
 RUBRO : Base Clase 4 inc.transporte
 UNIDAD : M3
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Material de base 4 (inc tran)	m3	1.25	5.80	7.25
Agua	m3	0.20	1.00	0.20

				7.45
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
Motoniveladora 140HP (130G)	0.0285	45.00	1.28	
Rodillo liso 150HP (CP563)	0.0285	37.00	1.05	
Tanquero agua 8m3	0.0285	25.00	0.71	

				3.04
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Motoniveladora	OEPI	0.0222	2.45	0.05
Rodillo Autopropulsado	OEPII	0.0222	2.33	0.05
Licencia TIPO E	Chofe	0.0222	3.20	0.07
Ayudante Maquinaria	SI TI	0.0888	2.33	0.20
Topógrafo 1	Topog	0.0222	2.45	0.05
Cadenero	III	0.0888	2.20	0.19

				0.61
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
Material de base 4 (inc tran)	m3	1.25	1.57	1.96

				1.96
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				13.06
COSTOS INDIRECTOS 25 %				3.26
PRECIO UNITARIO				16.32
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 405-2
 RUBRO : Asfalto RC para imprimaciøn (rta 1.35 lt/m2)
 UNIDAD : LT
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Asfalto RC-2	Lt	0.75	0.34	0.26
Diesel	Lt	0.30	0.27	0.08

				0.34
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
Distribuidor de asfalto	0.0017	35.00	0.06	
Escoba mecánica autopropulsada	0.0017	17.00	0.03	
Herramienta menor	0.0017	0.50	0.00	

				0.09
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Distribuidor Asfalto	OEPII	0.0017	2.33	0.00
Barredora Tractor	OEPII	0.0017	2.33	0.00
Peón	I	0.0034	2.33	0.01

				0.01
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
Asfalto RC-2	Lt	0.75	0.04	0.03

				0.03
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.47
COSTOS INDIRECTOS 25 %				0.12
PRECIO UNITARIO				0.59
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 405-5
 RUBRO : Capa de rodadura de hormigón asfáltico (MC)
 UNIDAD : M2
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Cemento Asfáltico Grado 2	kg	8.00	0.47	3.76
Agregados Pétreos	m3	0.07	13.00	0.91
Diesel para secador y otros	Glb	0.45	1.04	0.47

				5.14
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
Planta asfalto	0.004	100.00	0.40	
Pavimentadora de asfalto 120H	0.004	45.00	0.18	
Rodillo liso 150HP (CP563)	0.004	37.00	0.15	
Rodillo neumático 77HP	0.004	37.00	0.15	
Cargadora 3.6m3 (960F)	0.004	33.00	0.13	
Volqueta 20Ton (D20D)	0.004	25.00	0.10	
Herramienta menor	0.004	0.50	0.00	

				1.11
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Planta Asfáltica	OEPI	0.004	2.33	0.01
Cargadora Frontal	OEPI	0.004	2.33	0.01
Rodillo Autopropulsado	OEPII	0.004	2.33	0.01
Rodillo Tractor	OEPII	0.004	2.33	0.01
Acabadora Pavimento Asfáltico	OEPII	0.004	2.33	0.01
Ayudante Maquinaria	SI TI	0.016	2.33	0.05
Licencia TIPO E	Chofe	0.004	3.20	0.01
Peón	I	0.040	2.17	0.09

				0.22
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
Cemento Asfáltico Grado 2	kg	8.00	0.04	0.32
Agregados Pétreos	m3	0.07	1.05	0.07

				0.39
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				6.86
COSTOS INDIRECTOS 25 %				1.72
PRECIO UNITARIO				8.56
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 301-2
 RUBRO : Remoción de Tubería de Hormigón
 UNIDAD : M3
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL

				0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Excavadora 148HP (E240C)		0.1246	45.00	5.60
Volqueta 20Ton (D20D)		0.0623	25.00	1.56
Cargadora 3.6m3 (960F)		0.0623	37.00	2.30

				9.46
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Tractor Tiende Tubos	OEPI	0.1869	2.33	0.43
Ayudante Maquinaria	SI TI	0.2492	2.33	0.58
Licencia TIPO E	Chofe	0.0623	3.20	0.20
Albañil	III	0.1246	2.20	0.27

				1.48
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				10.94
COSTOS INDIRECTOS 25 %				2.73
PRECIO UNITARIO				13.67
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 307-2
 RUBRO : Excavación y Relleno para Obras de Arte Menor
 UNIDAD : M3
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL

				0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Excavadora 148HP (E240C)		0.050	45.00	2.25
Compactador		0.025	2.50	0.06
Herramienta menor		0.050	0.50	0.03

				2.34
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Excavadora	OEPI	0.05	2.45	0.12
Ayudante Maquinaria	SI TI	0.05	2.33	0.12
Ayudante Operador de Equipo li	II	0.05	2.33	0.12
Peón	I	0.2	2.17	0.43

				0.79
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				3.13
COSTOS INDIRECTOS 25 %				0.78
PRECIO UNITARIO				3.91
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 503-5
 RUBRO : Hormigón Simple f`c=180 kg/cm2, inc encofrado
 UNIDAD : M3
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Cemento	kg	350	0.13	45.50
Arena	m3	0.60	8.00	4.80
Ripio	m3	0.90	12.00	10.80
Agua	m3	0.20	1.00	0.20
Encofrado	m2	3.00	4.80	14.40

				75.70
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
Concreteira lsaco	0.8333	3.75	3.12	
Vibrador	0.8333	3.00	2.50	
Herramienta menor	0.8333	0.50	0.42	

			6.04	
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Maestro de Obra	IV	0.8333	2.45	2.04
Albañil	III	1.6666	2.20	3.66
Carpintero	III	0.8333	2.20	1.83
Peón	I	6.6664	2.17	14.47

				22.00
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
Cemento	kg	350	0.01	3.50
Arena	m3	0.60	10.00	6.00
Ripio	m3	0.90	10.00	9.00

				18.50
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				122.24
COSTOS INDIRECTOS 25 %				30.56
PRECIO UNITARIO				152.80
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.

FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.

ITEM : 503-6

RUBRO : Hormigón Simple f`c=210 kg/cm2,inc.encofrado

UNIDAD : M3

ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Cemento	kg	350.0	0.13	45.50
Arena	m3	0.60	8.00	4.80
Ripio	m3	0.90	12.00	10.80
Agua	m3	0.20	1.00	0.20
Encofrado	m2	3.0	4.80	14.40

				75.70
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
Concreteira lsaco	1.00	3.75	3.75	
Vibrador	1.00	3.00	3.00	
Herramienta menor	1.00	0.50	0.50	

				7.25
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Maestro de Obra	IV	1.00	2.45	2.45
Albañil	III	2.00	2.20	4.40
Carpintero	III	1.00	2.20	2.20
Peón	I	8.00	2.17	17.36

				26.41
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
Cemento	kg	350.0	0.01	3.50
Arena	m3	0.60	10.00	6.00
Ripio	m3	0.90	10.00	9.00

				18.50
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				127.86
COSTOS INDIRECTOS 25 %				31.97
PRECIO UNITARIO				159.83
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 307-3
 RUBRO : Excavación para Cunetas Laterales
 UNIDAD : M3
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL

				0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Herramienta menor		0.3950	0.50	0.20

				0.20
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Peón	I	2.50	2.17	5.42

				5.42
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				5.62
COSTOS INDIRECTOS 25 %				1.41
PRECIO UNITARIO				7.03
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 602-a
 RUBRO : Sum. y Coloc.de Tuber;a Met l.D=1.20m;e=2.5mm
 UNIDAD : ML
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Tubería Metálica D=1.20, e=2.5 ml		1.00	202.20	202.20
mm (incluye pernos)				4.80
Asfalto para recubrimiento	Lt	2.20	0.32	0.70

				206.70
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Herramienta menor		0.250	0.50	0.13

				0.13
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Maestro de Obra	IV	0.125	2.45	0.31
Albañil	III	0.25	2.20	0.55
Peón	I	1.00	2.17	2.17

				3.03
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				209.86
COSTOS INDIRECTOS 25 %				52.46
PRECIO UNITARIO				262.32
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 602-b
 RUBRO : Sum. y Coloc.de Tubería Metálica. D =1.80M;e=2.5mm
 UNIDAD : ML
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Tubería Metálica D=1.80m,e=2.5 ml		1.00	395.00	349.22
mm (incluye pernos)				4.80
Asfalto para recubrimiento	Lt	2.95	0.32	0.94

				354.96
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
Herramienta menor	0.25	0.50	0.13	

			0.13	
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Maestro de Obra	IV	0.125	2.45	0.30
Albañil	III	0.250	2.20	0.55
Peón	I	1.00	2.17	2.17

				3.02
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				358.11
COSTOS INDIRECTOS 25 %				89.53
PRECIO UNITARIO				447.64
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 705-3
 RUBRO : Marcas de Pavimento (3 Lineas de Pintura)
 UNIDAD : ML
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Pintura de tráfico reflectiva	Gl	0.01	18.00	0.18
Microesferas	kg	0.001	2.10	0.00
Diluyente para pintura tráfico	Gl	0.001	8.50	0.01

				0.19
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
Camioneta	0.0033	22.00	0.07	
Equipo de Pintura	0.0033	14.00	0.05	

				0.12
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Franjeadora Tractor	OEPII	0.0033	2.33	0.01
Pintor	III	0.0033	2.20	0.01
Peón	I	0.0066	2.17	0.01

				0.03
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.34
COSTOS INDIRECTOS 25 %				0.08
PRECIO UNITARIO				0.42
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 708-6
 RUBRO : Señales Informativas 1.20x0.60 m
 UNIDAD : U
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Rótulo de 1.20x0.60 (Incl.post U e y colocada)		1.00	120.00	120.00
				0.00

				120.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA		SUBTOTAL

				0.00
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL

				0.00
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				120.00
COSTOS INDIRECTOS 25 %				30.00
PRECIO UNITARIO				150.00
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 708-7
 RUBRO : Señales Reglamentarias D=0.75 m
 UNIDAD : U
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Rótulo D=0.75m (Incl. poste y colocada)	u	1.00	70.00	100.00
				0.00

				100.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA		SUBTOTAL

				0.00
C.- MANO DE OBRA	CATEG HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA		SUBTOTAL

				0.00
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				100.00
COSTOS INDIRECTOS 25 %				25.00
PRECIO UNITARIO				125.00
OBSERVAC:				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ.
 FECHA : 23 DE FEBERO DEL 2015.
 ITEM : 710
 RUBRO : Señales Preventivas 0.75x0.75 m
 UNIDAD : U
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Rótulo 0.75x0.75m (incl.poste y colocada)	u	1.00	70.00	100.00
				0.00

				100.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA		SUBTOTAL

				0.00
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL

				0.00
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				100.00
COSTOS INDIRECTOS 25 %				25.00
PRECIO UNITARIO				125.00
OBSERVAC:				

8. Bibliografía

- A Policy on Geometric Desing of Highways and Streets
- CORROS, Maylin, URBAEZ, Ernesto, CORREDOR, Gustavo, “Manual de Herramientas para la Evaluación Funcional y Estructural de Pavimentos Flexibles de Venezuela”.
- MORALES, S., HUEGO,A., Ingeniería Vpial 2006
- Manual para la Conservación de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, MTC PERU
- Normas de Diseño Geométrico MTOP
- Normas ASTDM D-2488 - 2487
- Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 Volumen 2
- SALGADO, A. “Caminos en el Ecuador”.

9. Anexos

9.1. Anexo fotográfico

ESTADO ACTUAL DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ



LASTRADO



TIERRA

SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE



CUNETAS



ALCANTARILLAS



EMPOZAMIENTO DE AGUA



ALUVIONES

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO



BASE 1



BASE 2



LEVANTAMIENTO DE LA FAJA TOPOGRAFICA

EXTRACCIÓN DE CALICATAS



ZONA A EXCAVAR



EXCAVACIÓN



EXCAVACIÓN

TRANSPORTACIÓN

LABORATORIO



PREPARACIÓN DEL SUELO

ENSAYO GRANULOMETRICO - TAMIZADO DE LA MUESTRA N°1



PESO DEL TAMIZ # 4



**ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO -
CASA GRANDE**



**ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO -
CASA GRANDE**



SECADO DE MUESTRAS



**PREPARACIÓN DE LA MUESTRA
PARA ENSAYO PRÓCTOR**



ENSAYO PRÓCTOR



ENSAYO PRÓCTOR
NIVELANDO CON LA ESPÁTULA

ENSAYO PRÓCTOR
MUESTRAS SECADAS EN EL
HORNO

9.2. Estudio TPDA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CONTEO MANUAL DE TRÁFICO

FECHA: Lunes 8 de Diciembre 2014
VÍA: La Providencia - Cahujá
PROVINCIA: Chimborazo
CANTÓN: Guano
ABSCISA: 1+000

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
			2 EJES	3 EJES	MAS DE 3	
6:00 - 7:00	2	1	1			4
7:00 - 8:00	1					1
8:00 - 9:00	1					1
9:00 - 10:00	4					4
10:00 - 11:00	3	1	1			5
11:00 - 12:00	5		1			6
12:00 - 13:00	1					1
13:00 - 14:00	4					4
14:00 - 15:00	2					2
15:00 - 16:00	0	1				1
16:00 - 17:00	2		2			4
17:00 - 18:00	4	1				5
18:00 - 19:00	1					1
19:00 - 20:00	1					1
20:00 - 21:00	2					2
21:00 - 22:00	1					1
22:00 - 23:00						0
23:00 - 00:00						0
00:00 - 1:00						0
1:00 - 2:00						0
2:00 - 3:00						0
3:00 - 4:00						0
4:00 - 5:00						0
5:00 - 6:00		1	1			2
TOTAL	34	5	6	0	0	45

Tabla 63. Conteo manual de tráfico lunes 8 de diciembre

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CONTEO MANUAL DE TRÁFICO

FECHA: Martes 9 de Diciembre 2014
VÍA: La Providencia - Cahuají
PROVINCIA: Chimborazo
CANTÓN: Guano
ABSCISA: 1+000

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
			2 EJES	3 EJES	MAS DE 3	
6:00 - 7:00	3	1	1			5
7:00 - 8:00	1		1			2
8:00 - 9:00			1			1
9:00 - 10:00	3	1				4
10:00 - 11:00	2		1	1		4
11:00 - 12:00	3					3
12:00 - 13:00	1	1				2
13:00 - 14:00	2		1			3
14:00 - 15:00	1		1			2
15:00 - 16:00	1					1
16:00 - 17:00	1					1
17:00 - 18:00	3	1				4
18:00 - 19:00	1		1			2
19:00 - 20:00	1					1
20:00 - 21:00	2					2
21:00 - 22:00						0
22:00 - 23:00						0
23:00 - 00:00						0
00:00 - 1:00						0
1:00 - 2:00						0
2:00 - 3:00	0					0
3:00 - 4:00	3					3
4:00 - 5:00	1					1
5:00 - 6:00	3	1	1			5
TOTAL	32	5	8	1	0	46

Tabla 64. Conteo manual de tráfico martes 9 de diciembre

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CONTEO MANUAL DE TRÁFICO

FECHA: Miércoles 10 de Diciembre 2014
VÍA: La Providencia - Cahuají
PROVINCIA: Chimborazo
CANTÓN: Guano
ABSCISA: 1+000

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
			2 EJES	3 EJES	MAS DE 3	
6:00 - 7:00	2	1	1			4
7:00 - 8:00	1					1
8:00 - 9:00	1		2			3
9:00 - 10:00	3	1	1			5
10:00 - 11:00	3		1			4
11:00 - 12:00	3					3
12:00 - 13:00	2	1	1			4
13:00 - 14:00	2		1			3
14:00 - 15:00	2		1			3
15:00 - 16:00	1					1
16:00 - 17:00	1					1
17:00 - 18:00	3	1	1			5
18:00 - 19:00	2					2
19:00 - 20:00	1					1
20:00 - 21:00	1					1
21:00 - 22:00						0
22:00 - 23:00						0
23:00 - 00:00						0
00:00 - 1:00						0
1:00 - 2:00						0
2:00 - 3:00						0
3:00 - 4:00						0
4:00 - 5:00						0
5:00 - 6:00						0
TOTAL	28	4	9	0	0	41

Tabla 65. Conteo manual de tráfico miércoles 10 de diciembre

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CONTEO MANUAL DE TRÁFICO

FECHA: Jueves 11 de Diciembre 2014
VÍA: La Providencia - Cahujá
PROVINCIA: Chimborazo
CANTÓN: Guano
ABSCISA: 1+000

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
			2 EJES	3 EJES	MAS DE 3	
6:00 - 7:00	3	1		1		5
7:00 - 8:00	1		1			2
8:00 - 9:00	1		1			2
9:00 - 10:00	5	1				6
10:00 - 11:00	3		1			4
11:00 - 12:00	2		1			3
12:00 - 13:00	2	1	1			4
13:00 - 14:00	1		1			2
14:00 - 15:00			1			1
15:00 - 16:00	1					1
16:00 - 17:00	1					1
17:00 - 18:00	1	1				2
18:00 - 19:00	2					2
19:00 - 20:00	2					2
20:00 - 21:00	3		1			4
21:00 - 22:00						0
22:00 - 23:00						0
23:00 - 00:00						0
00:00 - 1:00	1					1
1:00 - 2:00						0
2:00 - 3:00						0
3:00 - 4:00						0
4:00 - 5:00						0
5:00 - 6:00	1		2			3
TOTAL	30	4	10	1	0	45

Tabla 66. Conteo manual de tráfico jueves 11 de diciembre

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CONTEO MANUAL DE TRÁFICO

FECHA: Viernes 12
VÍA: La Providencia - Cahuají
PROVINCIA: Chimborazo
CANTÓN: Guano
ABSCISA: 1+000

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
			2 EJES	3 EJES	MAS DE 3	
6:00 - 7:00	3	1	1			5
7:00 - 8:00			1			1
8:00 - 9:00			1			1
9:00 - 10:00	5	1				6
10:00 - 11:00	1		2			3
11:00 - 12:00	2		1			3
12:00 - 13:00	2	1	1			4
13:00 - 14:00	1					1
14:00 - 15:00	3					3
15:00 - 16:00	3					3
16:00 - 17:00	1	1	1			3
17:00 - 18:00	2					2
18:00 - 19:00	2		1			3
19:00 - 20:00	2		1			3
20:00 - 21:00	3					3
21:00 - 22:00						0
22:00 - 23:00						0
23:00 - 00:00	1					1
00:00 - 1:00						0
1:00 - 2:00						0
2:00 - 3:00						0
3:00 - 4:00						0
4:00 - 5:00						0
5:00 - 6:00						0
TOTAL	31	4	10	0	0	45

Tabla 67. Conteo manual de tráfico viernes 12 de diciembre

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CONTEO MANUAL DE TRÁFICO

FECHA: Sábado 13 de Diciembre 2014

VÍA: La Providencia - Cahujá

PROVINCIA: Chimborazo

CANTÓN: Guano

ABSCISA: 1+000

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
			2 EJES	3 EJES	MAS DE 3	
6:00 - 7:00	2	1	2			5
7:00 - 8:00	1					1
8:00 - 9:00	2		1			3
9:00 - 10:00	2					2
10:00 - 11:00	3		2			5
11:00 - 12:00	2					2
12:00 - 13:00	2		1			3
13:00 - 14:00	2					2
14:00 - 15:00	3					3
15:00 - 16:00	2		1			3
16:00 - 17:00	2		1			3
17:00 - 18:00	2	1				3
18:00 - 19:00	3					3
19:00 - 20:00						0
20:00 - 21:00	1					1
21:00 - 22:00	1					1
22:00 - 23:00						0
23:00 - 00:00						0
00:00 - 1:00						0
1:00 - 2:00						0
2:00 - 3:00						0
3:00 - 4:00						0
4:00 - 5:00						0
5:00 - 6:00						0
TOTAL	30	2	8	0	0	40

Tabla 68. Conteo manual de tráfico sábado 13 de diciembre

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CONTEO MANUAL DE TRÁFICO

FECHA: Domingo 14 de Diciembre 2014

VÍA: La Providencia - Cahujá

PROVINCIA: Chimborazo

CANTÓN: Guano

ABSCISA: 1+000

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
			2 EJES	3 EJES	MAS DE 3	
6:00 - 7:00	4	1	1			6
7:00 - 8:00	2					2
8:00 - 9:00	1		1			2
9:00 - 10:00	2		1			3
10:00 - 11:00	2	1	2			5
11:00 - 12:00	2					2
12:00 - 13:00	3		1			4
13:00 - 14:00						0
14:00 - 15:00	1	1				2
15:00 - 16:00	2					2
16:00 - 17:00	1		2			3
17:00 - 18:00	3	1				4
18:00 - 19:00	3					3
19:00 - 20:00	2					2
20:00 - 21:00	1					1
21:00 - 22:00	2					2
22:00 - 23:00						0
23:00 - 00:00						0
00:00 - 1:00						0
1:00 - 2:00						0
2:00 - 3:00						0
3:00 - 4:00						0
4:00 - 5:00						0
5:00 - 6:00						0
TOTAL	31	4	8	0	0	43

Tabla 69. Conteo manual de tráfico domingo 14 de diciembre

Elaborado por: Esthefany Calderón

9.3. Censo de origen y destino

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL "EVALUACIÓN DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ" MODELO: CENSO DE ORIGEN Y DESTINO					
CENSISTA: _____					
UBICACIÓN ENTRADA A LA PROVIDENCIA <input type="checkbox"/> CRUCE GUANANADO <input type="checkbox"/>		FECHA DÍA <input type="text"/> <input type="text"/> MES <input type="text"/> <input type="text"/>		HORA <input type="text"/> <input type="text"/>	No. <input type="text"/>
TIPO DE VEHICULO 1 Automóvil 2 Camioneta 3 Bus, Colectivo o microbus (madera) 4 Bus, Colectivo o microbus (metal) 5 Camión si acoplado 6 Camión con acoplado <input type="checkbox"/> 7 Semi remolque <input type="checkbox"/> 8 Mixtos 9 Otros		TIPO DE CARROCEÍA 1 Playo 2 Caja abierta 3 Jaula 4 Furgón 5 Volqueta 6 Tanquero <input type="checkbox"/> 7 Tolva <input type="checkbox"/> 8 Porta automotores 9 Plataforma 0 Otros		TIPO DE ACONDICIONAMIENTO 1 Sin acondicionamiento 2 Térmico 3 Refrigerado <input type="checkbox"/>	
MARCA _____ MODELO _____ AÑO DE FABRICACIÓN _____		TIPO DE COMBUSTIBLE 1 Gasolina Extra 2 Gasolina Super 3 Diesel <input type="checkbox"/> 4 Otros		MOTIVO DEL VIAJE 1 Trabajo Negocios 2 Educación 3 Recreación o Social <input type="checkbox"/> 5 Salud 6 Compras 7 Otros	
Número de personal de conducción y acompañantes <input type="text"/>		Número de pasajeros del vehículo <input type="text"/> <input type="text"/>		Número de puestos <input type="text"/> <input type="text"/>	
ORIGEN _____ _____ _____		DESTINO _____ _____ _____		VIA (Ciudad Principal) _____ FRECUENCIA <input type="text"/>	
Número de ejes de la unidad tractiva <input type="text"/>		Número de ejes de la unidad remolcada <input type="text"/>		PESO VACIO <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> ^{ton} CAPACIDAD <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> ^{ton}	
CARGA PORTADA (solo para camiones y mixtos)					
TIPO DE CARGA	PESO, NÚMERO Y VOLUMEN	TIPO DE EMPAQUE	TARIFA (USD)	ORIGEN	DESTINO

Tabla 70. Censo de origen y destino

Elaborado por: Esthefany Calderón

9.4. Encuestas domiciliarias



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
"EVALUACIÓN DE LA VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ"
MODELO: ENCUESTA DOMICILIARIA DE ORIGEN Y DESTINO

NOMBRE DEL JEFE DE FAMILIA: _____ No. DE ENTREVISTA: _____ FECHA DE LA ENTREVISTA:

DÍA	MES

CANTON	
PARROQUIA	
COMUNA	

A CUANTOS VEHICULOS SON DE PROPIEDAD DE PERSONAS QUE VIVEN AQUÍ

--	--

A.1. TIPO DE VEHICULO

1 Moto <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>				5 Camión Grande <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>			
2 Automóvil <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>				6 Mula Traller <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>			
3 Camioneta <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>				7 Tractor <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>			
4 Camión Pequeño <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>				8 Otros <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>			

B CUANTAS PERSONAS VIVEN EN ESTE HORGAR

--	--

C CUANTAS PERSONAS TIENEN CUATRO (4) AÑOS O MÁS

--	--

D

D. 1. TENDENCIA 1.- PROPIA <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> 2.- ALQUILADA <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> 3.- ANTICRESIS <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> 4.- OTRA <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>													D. 2. MATERIAL 1.- CONCRETO <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> 2.- LADRILLO Y MADERA <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> 3.- MADERA <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> 4.- ADOBE <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> 5.- OTROS <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>																D. 3. TIPO DE ESTRUCTURA 1.- CASA UNIFAMILIAR <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> 2.- DEPARTAMENTO EN EDIFICIO <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> 3.- DEPARTAMENTO O PIEZA EN UNA CASA <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> 4.- IMPROVISADA <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> 5.- OTRO TIPO <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>															

4. CUANTO TIEMPO TIENE EL JEFE DE LA FAMILIA VIVIENDO EN ESTA CASA

--	--	--	--

5. CUAL ES EL INGRESO FAMILIAR (MENSUAL APROXIMADO)

--	--	--	--	--	--

N°	IDENTIFICACION DE LA PERSONA	SEXO	EDAD	MOTIVO DE VIAJE	VIAJO AYER	
					SI	NO
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						

E NÚMERO TOTAL DE VIAJES REPORTADOS EN ESTA DIRECCIÓN

--	--

F NÚMERO DE PERSONAS DE CUATRO (4) AÑOS O MÁS QUE HACEN VIAJES

--	--

G NÚMERO DE PERSONAS DE CUATRO (4) AÑOS O MÁS QUE NO HACEN VIAJES

--	--

H NÚMERO DE PERSONAS DE CUATRO (4) AÑOS O MÁS CON VIAJES DESCONOCIDOS

--	--

I NÚMERO DE COOPERATIVAS DE TRANSPORTE EXISTENTE

--	--

J NÚMERO DE TURNOS EXISTENTE EN LOS DIAS DE MAYOR TRAFICO

--	--

K NÚMERO DE DIAS DE FERIA EXISTENTE EN LA SEMANA

--	--

L OBSERVACIONES: _____

Tabla 71. Encuesta domiciliaria
Elaborado por: Esthefany Calderón

9.5. Estudio de suelos

9.5.1. Granulometría y porcentaje de humedad

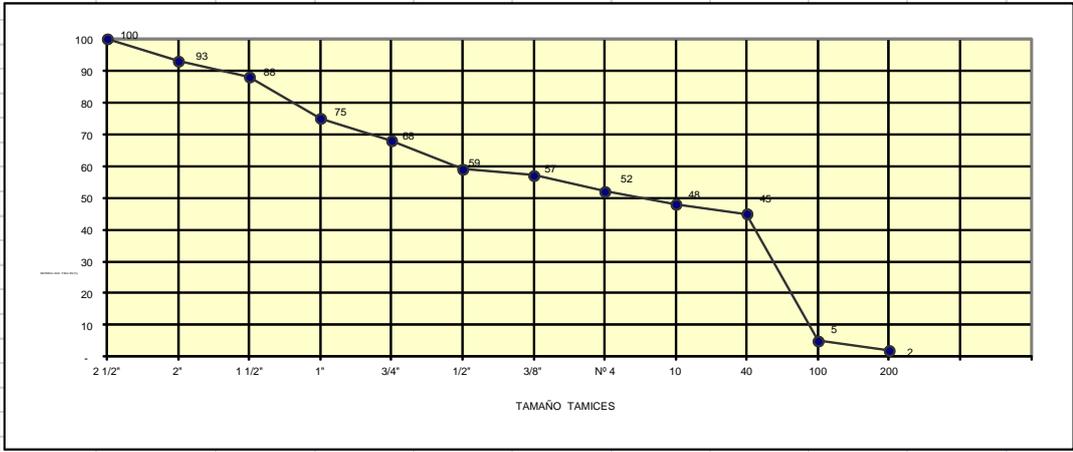
INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 1		ABSCISA : 0+500								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA		PORCENTAJES		RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	18,27	89,13	86,04	3,59
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,37	87,31	83,98	3,97
2"	50,00	657,00	7	7	93	PROMEDIO W=		3,78		%
1 1/2"	37,50	526,00	5	12	88	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.322,00	13	25	75	Recipiente No:				1
3/4"	19,00	682,00	7	32	68	Masa del recipiente:			354,1	g
1/2"	12,50	939,00	9	41	59	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	227,00	2	43	57	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	498,00	5	48	52	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	435,00	4	52	48					
40	425 µm	298,00	3	55	45					
100	150 µm	3.969,00	40	95	5					
200	75 µm	322,00	3	98	2					
Pasa Nº 200		27,00	0	98	2					
TOTAL		9.902,00								
CURVA GRANULOMETRICA										
										
RESULTADOS		D10 =	0,12	D30 =	0,30	D60 =	0,31	Cc =	2,42	
		% Grava =	48	% Arena =	50	% Finos =	2	Cu =	2,58	
		Tamaño Max. Partículas = 2"		Forma Partículas =	Redondeadas	M. Finura	5,08			
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS										
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS		GRAVA O ARENA		SIMBOLO	TIPO DE SUELO			
# 4	48	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200		ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4		SM	ARENA LIMOSA			
#200	98									
PASA	2									

Tabla 72. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 1

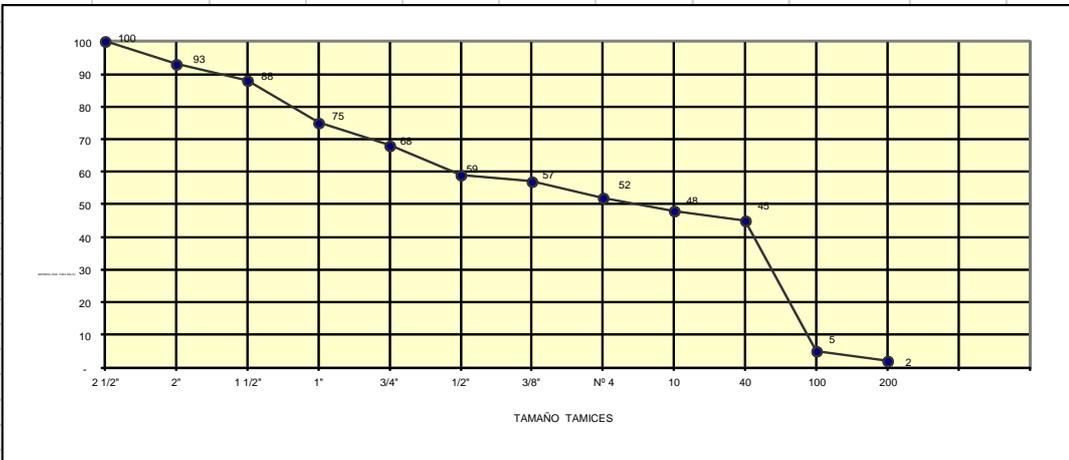
Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHAJALI		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 2		ABSCISA : 1+000								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	18,47	89,15	86,40	3,18
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,38	87,34	83,95	4,04
2"	50,00	640,00	6	6	94	PROMEDIO W= 3,61 %				
1 1/2"	37,50	510,00	5	11	89	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.435,00	14	25	75	Recipiente No: 2				
3/4"	19,00	680,00	7	32	68	Masa del recipiente: 350,1 g				
1/2"	12,50	940,00	9	41	59	Masa recipiente+suelo húmedo: g				
3/8"	9,50	225,00	2	43	57	Masa suelo húmedo: g				
Nº 4	4,75	489,00	5	48	52	Masa suelo seco: 10.000,0 g				
10	2,00	432,00	4	52	48					
40	425 µm	286,00	3	55	45					
100	150 µm	3.970,00	40	95	5					
200	75 µm	325,00	3	98	2					
Pasa Nº 200		28,00	0	98	2					
TOTAL		9.960,00								
CURVA GRANULOMETRICA										
RESULTADOS		D10 = 0,12	D30 = 0,30	D60 = 0,31	Cc = 2,42					
		% Grava = 48	% Arena = 50	% Finos = 2	Cu = 2,58					
		Tamaño Max. Partículas >2"	Forma Partículas = Redondeada	M. Finura = 5,06						
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS										
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS		GRAVA O ARENA		SIMBOLO	TIPO DE SUELO			
# 4	48	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200		ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4		SM	ARENA LIMOSA			
#200	98									
PASA	2									

Tabla 73. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 2

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 3		ABSCISA : 1+500								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA		PORCENTAJES		RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	14,32	89,18	86,01	3,69
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	14,38	87,34	83,90	4,10
2"	50,00	650,00	7	7	93	PROMEDIO W=		3,89		%
1 1/2"	37,50	631,00	6	13	87	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.284,00	13	26	74	Recipiente No:				3
3/4"	19,00	701,00	7	33	67	Masa del recipiente:			362,3	g
1/2"	12,50	940,00	9	42	58	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	231,00	2	44	56	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	498,00	5	49	51	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	445,00	4	53	47					
40	425 µm	285,00	3	56	44					
100	150 µm	3.974,00	40	96	4					
200	75 µm	327,00	3	99	1					
Pasa Nº 200		29,00	0	99	1					
TOTAL		9.995,00								

CURVA GRANULOMETRICA										
										

RESULTADOS		D10 =	0,12	D30 =	0,30	D60 =	0,31	Cc =	2,42
		% Grava =	49	% Arena =	50	% Finos =	1	Cu =	2,58
		Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$		Forma Partículas =	Redondeada	M. Finura			5,18

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SIMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	49	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4	SM	ARENA LIMOSA
#200	99				
PASA	1				

Tabla 74. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 3

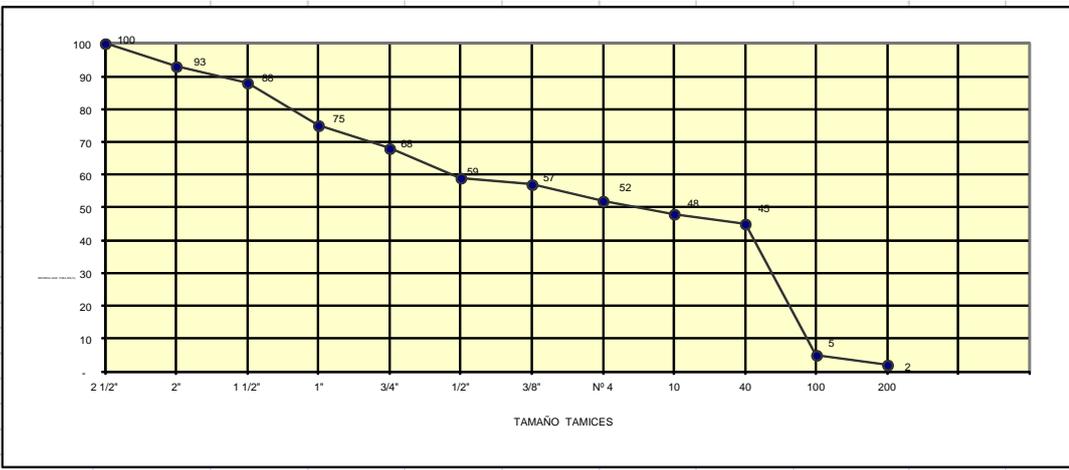
Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 4		ABSCISA :2+000								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA		PORCENTAJES		RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	17,89	89,10	86,14	3,44
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,01	87,42	84,01	4,06
2"	50,00	647,00	6	6	94	PROMEDIO W=		3,75		%
1 1/2"	37,50	529,00	5	11	89	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.345,00	13	24	76	Recipiente No:				4
3/4"	19,00	672,00	7	31	69	Masa del recipiente:			330,7	g
1/2"	12,50	936,00	9	40	60	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	235,00	2	42	58	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	467,00	5	47	53	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	467,00	5	52	48					
40	425 µm	289,00	3	55	45					
100	150 µm	3.972,00	40	95	5					
200	75 µm	329,00	3	98	2					
Pasa Nº 200		24,00	0	98	2					
TOTAL		9.912,00								
CURVA GRANULOMETRICA										
RESULTADOS		D10 =	0,12	D30 =	0,30	D60 =	0,31	Cc =	2,42	
		% Grava =	47	% Arena =	51	% Finos =	2	Cu =	2,58	
		Tamaño Max. Partículas >2"		Forma Partículas =	Redondeada	M. Finura	5,01			
		SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS								
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS		GRAVA O ARENA		SIMBOLO	TIPO DE SUELO			
# 4	47	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200		ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4		SM	ARENA LIMOSA			
#200	98									
PASA	2									

Tabla 75. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 4

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJI		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 5		ABSCISA : 2+500								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	18,29	102,35	96,96	5,56
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,47	98,52	93,38	5,50
2"	50,00	226,00	2	2	98	PROMEDIO W=		5,53		%
1 1/2"	37,50	561,00	6	8	92	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.016,00	10	18	82	Recipiente No:				1
3/4"	19,00	503,00	5	23	77	Masa del recipiente:			354,1	g
1/2"	12,50	761,00	8	31	69	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	415,00	4	35	65	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	893,00	9	44	56	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	1.016,00	10	54	46					
40	425 µm	3.500,00	35	89	11					
100	150 µm	845,00	8	97	3					
200	75 µm	224,00	2	99	1					
Pasa Nº 200		2,00	0	99	1					
TOTAL		9.962,00								

CURVA GRANULOMETRICA	
	

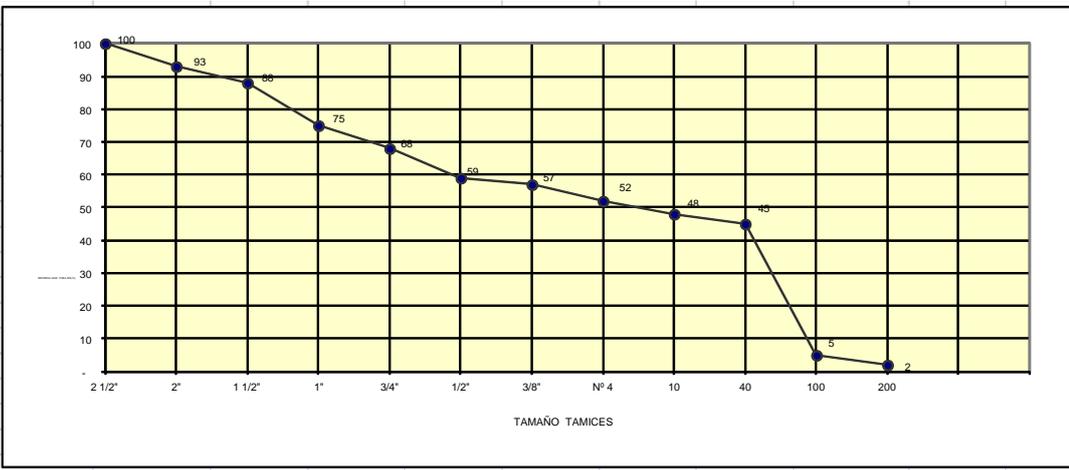
RESULTADOS		D10 =	D30 =	D60 =	Cc =	
		0,12	0,30	0,31	2,42	
	% Grava =	44	% Arena =	55	% Finos =	1
	Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$		Forma Partículas =	Redondeada	M. Finura	5,00

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SIMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	44	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4	SW	ARENA BIEN GRADUADA
#200	99				
PASA	1				

Tabla 76. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 5

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 6		ABSCISA : 3+000								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	14,59	103,30	97,10	6,39
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	14,67	98,69	94,11	4,87
2"	50,00	218,00	2	2	98	PROMEDIO W=		5,63		%
1 1/2"	37,50	557,00	6	8	92	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.018,00	10	18	82	Recipiente No:				2
3/4"	19,00	513,00	5	23	77	Masa del recipiente:			350,1	g
1/2"	12,50	759,00	8	31	69	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	419,00	4	35	65	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	899,00	9	44	56	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	1.021,00	10	54	46					
40	425 µm	3.506,00	35	89	11					
100	150 µm	859,00	9	98	2					
200	75 µm	217,00	2	100	-					
Pasa Nº 200		4,00	0	100	-					

CURVA GRANULOMETRICA	
	

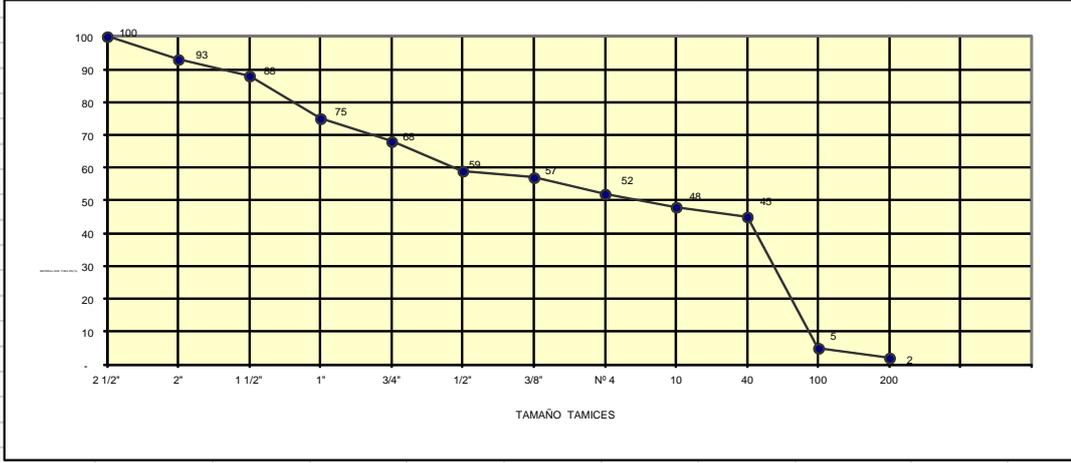
RESULTADOS		D10 =	D30 =	D60 =	Cc =	
		0,12	0,30	0,31	2,42	
	% Grava =	44	% Arena =	56	% Finos =	-
	Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$		Forma Partículas =	Redondeada	M. Finura	5,02

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SÍMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	44	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4	SW	ARENA BIEN GRADUADA
#200	100				
PASA	-				

Tabla 77. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 6

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHAUJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 7		ABSCISA : 3+000								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	18,01	103,40	97,01	6,59
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,64	97,21	93,40	4,08
2"	50,00	231,00	2	2	98	PROMEDIO W=		5,33	%	
1 1/2"	37,50	563,00	6	8	92	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.000,00	10	18	82	Recipiente No:		31		
3/4"	19,00	513,00	5	23	77	Masa del recipiente:		362,3 g		
1/2"	12,50	741,00	7	30	70	Masa recipiente+suelo húmedo:		g		
3/8"	9,50	412,00	4	34	66	Masa suelo húmedo:		g		
Nº 4	4,75	882,00	9	43	57	Masa suelo seco:		10.000,0 g		
10	2,00	1.014,00	10	53	47					
40	425 µm	3.503,00	35	88	12					
100	150 µm	856,00	9	97	3					
200	75 µm	221,00	2	99	1					
Pasa Nº 200		6,00	0	99	1					
TOTAL		9.942,00								

CURVA GRANULOMETRICA	
	

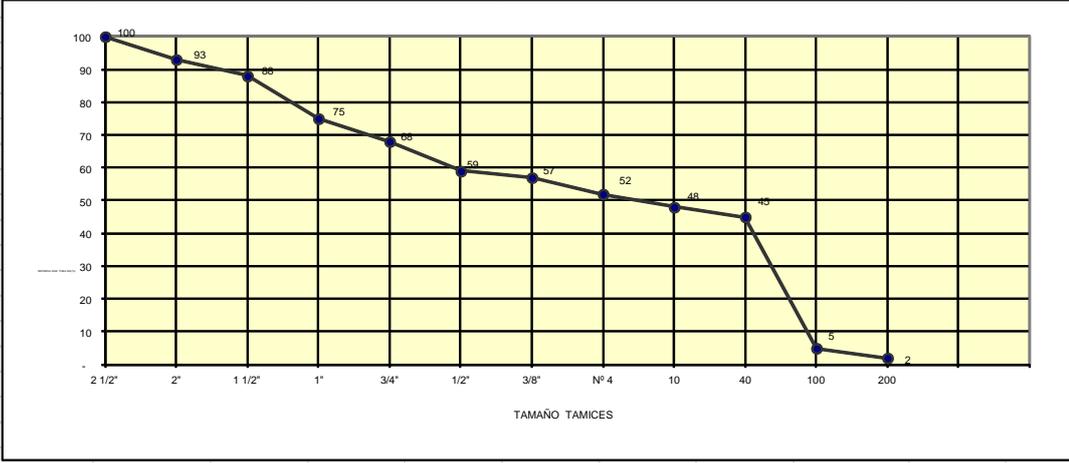
RESULTADOS		D10 =	D30 =	D60 =	Cc =	
		0,12	0,30	0,31	2,42	
	% Grava =	43	% Arena =	56	% Finos =	1
	Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$	Forma Partículas =		Redondeada	M. Finura	4,95

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SIMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	43	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4	SW	ARENA BIEN GRADADA
#200	99				
PASA	1				

Tabla 78. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 7

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 8		ABSCISA : 4+000								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	18,35	101,30	95,80	5,74
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,74	97,15	92,10	5,48
2"	50,00	220,00	2	2	98	PROMEDIO W=		5,61		%
1 1/2"	37,50	554,00	6	8	92	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.020,00	10	18	82	Recipiente No:				4
3/4"	19,00	501,00	5	23	77	Masa del recipiente:			330,7	g
1/2"	12,50	771,00	8	31	69	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	435,00	4	35	65	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	894,00	9	44	56	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	1.004,00	10	54	46					
40	425 µm	3.500,00	35	89	11					
100	150 µm	845,00	8	97	3					
200	75 µm	224,00	2	99	1					
Pasa Nº 200		3,00	0	99	1					
TOTAL		9.971,00								

CURVA GRANULOMETRICA	
	

RESULTADOS		D10 =	D30 =	D60 =	Cc =	
		0,12	0,30	0,31	2,42	
	% Grava =	44	% Arena =	55	% Finos =	1
	Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$		Forma Partículas =	Redondeada	M. Finura	5,00

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SIMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	44	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4	SW	ARCILLA BIEN GRADUADA
#200	99				
PASA	1				

Tabla 79. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 8

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 9		ABSCISA : 4+500								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	17,74	106,71	105,50	1,15
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,38	110,09	109,13	0,88
2"	50,00	425,00	4	4	96	PROMEDIO W=		1,01	%	
1 1/2"	37,50	344,00	3	7	93	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	288,00	3	10	90	Recipiente No:		1		
3/4"	19,00	232,00	2	12	88	Masa del recipiente:		354,1 g		
1/2"	12,50	168,00	2	14	86	Masa recipiente+suelo húmedo:		g		
3/8"	9,50	85,00	1	15	85	Masa suelo húmedo:		g		
Nº 4	4,75	323,00	3	18	82	Masa suelo seco:		10.000,0 g		
10	2,00	615,00	6	24	76					
40	425 µm	3.546,00	35	59	41					
100	150 µm	3.437,00	34	93	7					
200	75 µm	478,00	5	98	2					
Pasa Nº 200		54,00	1	99	1					
TOTAL		9.995,00								

CURVA GRANULOMETRICA	
	

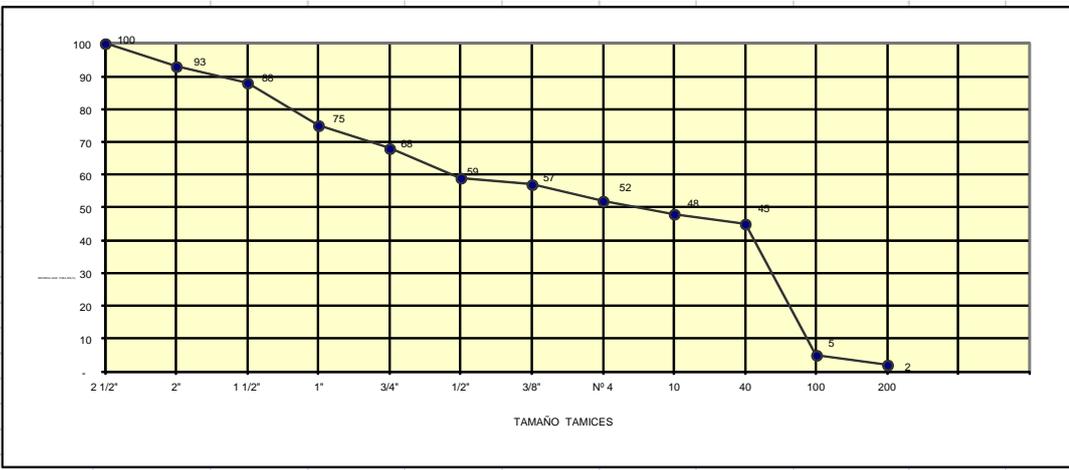
RESULTADOS		D10 =	D30 =	D60 =	Cc =	
		0,12	0,30	0,31	2,42	
	% Grava =	18	% Arena =	80	% Finos =	2
	Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$	Forma Partículas =		Redondeada	M. Finura	3,54

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SÍMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	18	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4	SM	ARENA LIMOSA
#200	98				
PASA	2				

Tabla 80. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 9

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 10		ABSCISA : 5+000								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	17,40	106,50	105,60	0,85
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,64	109,62	108,12	1,39
2"	50,00	429,00	4	4	96	PROMEDIO W=		1,12		%
1 1/2"	37,50	336,00	3	7	93	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	294,00	3	10	90	Recipiente No:				2
3/4"	19,00	356,00	4	14	86	Masa del recipiente:			350,1	g
1/2"	12,50	171,00	2	16	84	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	86,00	1	17	83	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	241,00	2	19	81	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	523,00	5	24	76					
40	425 µm	3.535,00	35	59	41					
100	150 µm	3.489,00	35	94	6					
200	75 µm	461,00	5	99	1					
Pasa Nº 200		69,00	1	100	-					
TOTAL		9.990,00								

CURVA GRANULOMETRICA										
										

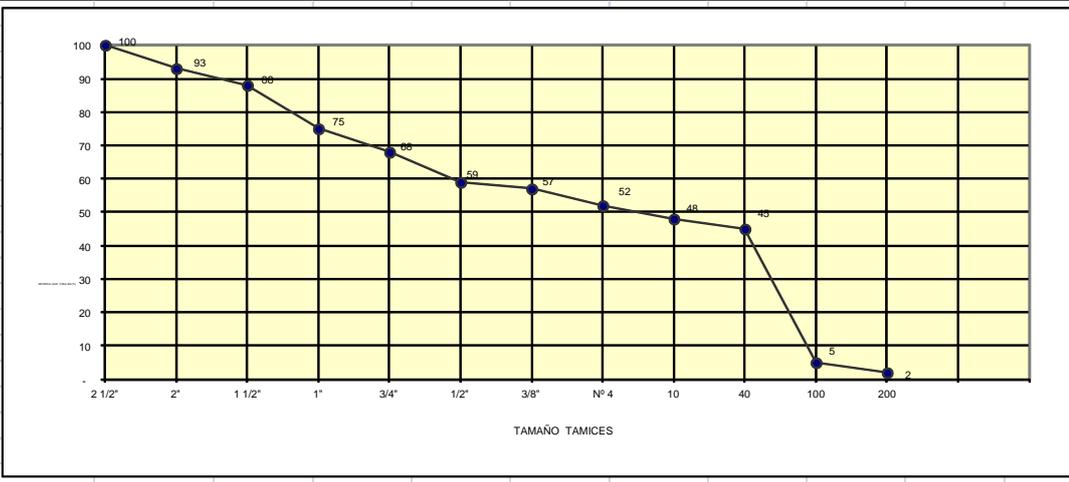
RESULTADOS		D10 =	D30 =	D60 =	Cc =	
		0,12	0,30	0,31	2,42	
	% Grava =	19	% Arena =	80	% Finos =	1
	Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$		Forma Partículas =	Redondeada	M. Finura	3,63

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SIMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	19	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4	SM	ARENA LIMOSA
#200	99				
PASA	1				

Tabla 81. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 10

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 11		ABSCISA : 5+000								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA RETEN.	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	14,74	106,89	105,67	1,15
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	14,89	109,89	108,90	0,91
2"	50,00	431,00	4	4	96	PROMEDIO W= 1,03 %				
1 1/2"	37,50	354,00	4	8	92	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	291,00	3	11	89	Recipiente No: 3				
3/4"	19,00	235,00	2	13	87	Masa del recipiente: 362,3 g				
1/2"	12,50	171,00	2	15	85	Masa recipiente+suelo húmedo: g				
3/8"	9,50	94,00	1	16	84	Masa suelo húmedo: g				
Nº 4	4,75	331,00	3	19	81	Masa suelo seco: 10.000,0 g				
10	2,00	516,00	5	24	76					
40	425 µm	3.547,00	35	59	41					
100	150 µm	3.459,00	35	94	6					
200	75 µm	450,00	5	99	1					
Pasa Nº 200		68,00	1	100	-					
TOTAL		9.947,00								

CURVA GRANULOMETRICA	
	

RESULTADOS	D10 = 0,12	D30 = 0,30	D60 = 0,31	Cc = 2,42
	% Grava = 19	% Arena = 80	% Finos = 1	Cu = 2,58
	Tamaño Max. Partículas = 2"		Forma Partículas = Redondead	M. Finura = 3,62

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SIMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	19	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4	SW	ARENA LIMOSA
#200	99				
PASA	1				

Tabla 82. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 11

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 12		ABSCISA : 6+000								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	18,14	103,58	101,98	1,57
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,69	114,21	113,47	0,65
2"	50,00	420,00	4	4	96	PROMEDIO W=		1,11		%
1 1/2"	37,50	338,00	3	7	93	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	292,00	3	10	90	Recipiente No:				4
3/4"	19,00	324,00	3	13	87	Masa del recipiente:			330,7	g
1/2"	12,50	169,00	2	15	85	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	87,00	1	16	84	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	325,00	3	19	81	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	501,00	5	24	76					
40	425 µm	3.540,00	35	59	41					
100	150 µm	3.434,00	34	93	7					
200	75 µm	480,00	5	98	2					
Pasa Nº 200		60,00	1	99	1					
TOTAL		9.970,00								

CURVA GRANULOMETRICA	

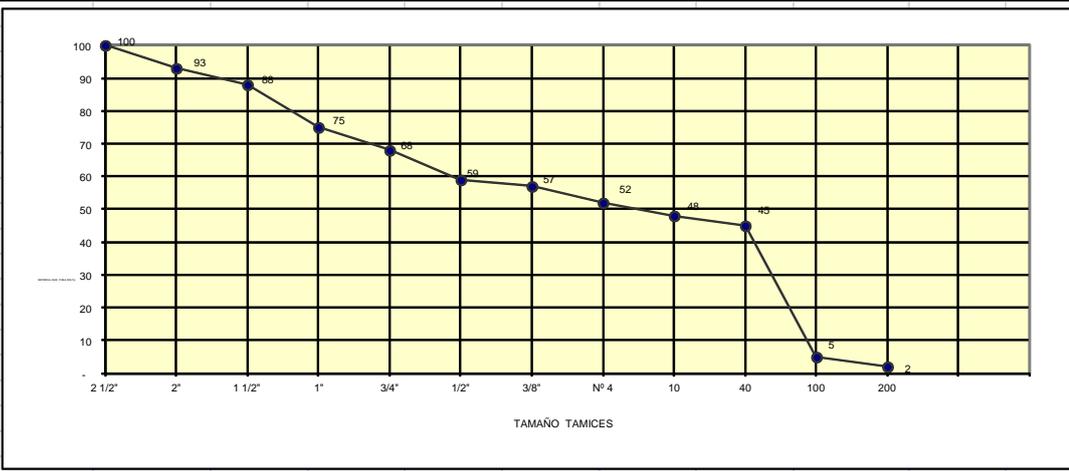
RESULTADOS		D10 =	D30 =	D60 =	Cc =	
		0,12	0,30	0,31	2,42	
	% Grava =	19	% Arena =	79	% Finos =	2
	Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$		Forma Partículas =	Redondeada	M. Finura	3,58

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SIMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	19	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	ARENA.- > ó = 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz #4	SW	ARENA LIMOSA
#200	98				
PASA	2				

Tabla 83. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 12

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 13		ABSCISA : 6+500								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA		PORCENTAJES		RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	18,45	88,71	87,26	1,66
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,27	88,35	86,85	1,73
2"	50,00	122,00	1	1	99	PROMEDIO W= 1,69 %				
1 1/2"	37,50	454,00	5	6	94	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.733,00	17	23	77	Recipiente No:				1
3/4"	19,00	720,00	7	30	70	Masa del recipiente:			354,1	g
1/2"	12,50	1.227,00	12	42	58	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	606,00	6	48	52	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	1.335,00	13	61	39	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	1.231,00	12	73	27					
40	425 µm	2.247,00	22	95	5					
100	150 µm	305,00	3	98	2					
200	75 µm	3,00	0	98	2					
Pasa Nº 200		-	0	98	2					
TOTAL		9.983,00								

CURVA GRANULOMETRICA										
										

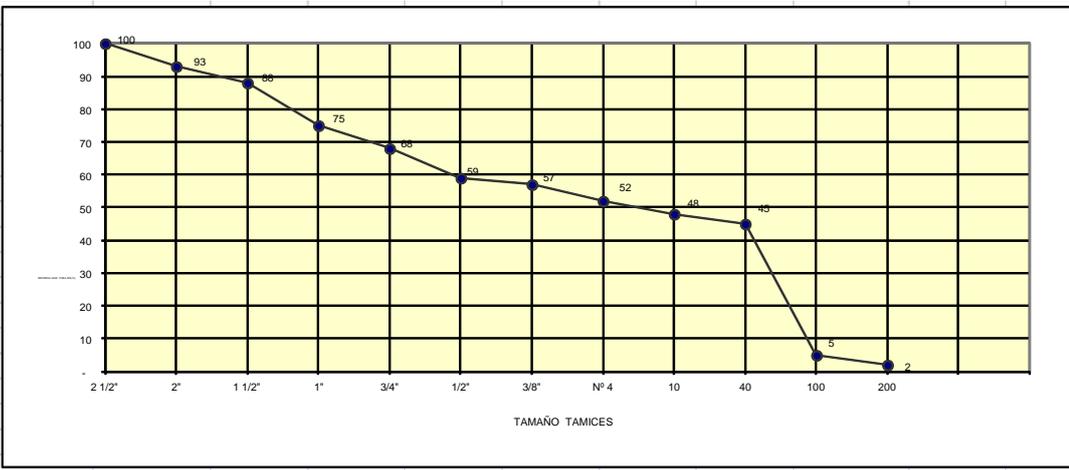
RESULTADOS		D10 =	0,12	D30 =	0,30	D60 =	0,31	Cc =	2,42
		% Grava =	61	% Arena =	37	% Finos =	2	Cu =	2,58
		Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$		Forma Partículas =	Redondeada	M. Finura	5,75		

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SIMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	61	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	GRAVA.- > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz #4	GM	GRAVA LIMOSA
#200	98				
PASA	2				

Tabla 84. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 13

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHAUJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 14		ABSCISA : 7+000								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	18,12	91,56	90,10	1,62
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,34	87,47	86,14	1,54
2"	50,00	140,00	1	1	99	PROMEDIO W=		1,58		%
1 1/2"	37,50	439,00	4	5	95	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.783,00	18	23	77	Recipiente No:				2
3/4"	19,00	714,00	7	30	70	Masa del recipiente:			350,1	g
1/2"	12,50	1.264,00	13	43	57	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	591,00	6	49	51	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	1.320,00	13	62	38	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	1.253,00	13	75	25					
40	425 µm	2.200,00	22	97	3					
100	150 µm	284,00	3	100	-					
200	75 µm	5,00	0	100	-					
Pasa Nº 200		4,00	0	100	-					
TOTAL		9.997,00								

CURVA GRANULOMETRICA	
	

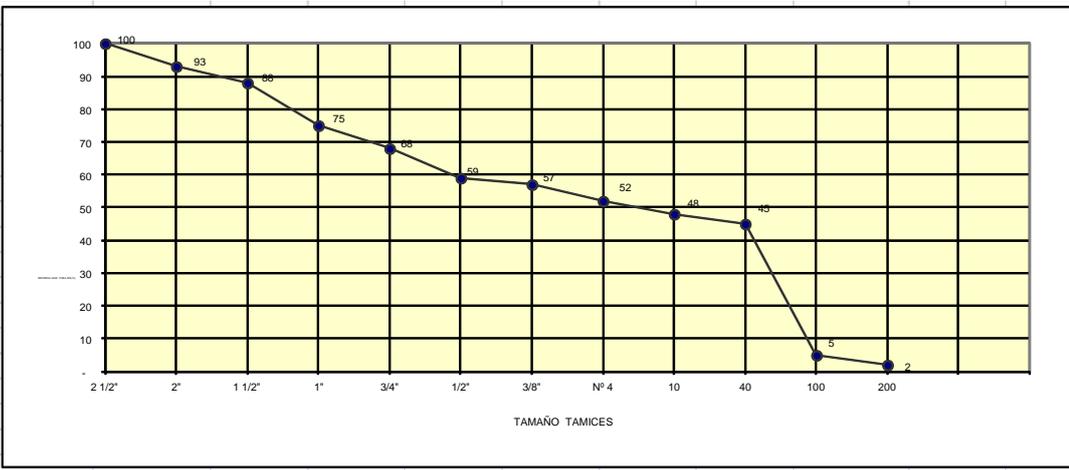
RESULTADOS		D10 =	D30 =	D60 =	Cc =	
		0,12	0,30	0,31	2,42	
	% Grava =	62	% Arena =	38	% Finos =	-
	Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$		Forma Partículas =	Redondeada	M. Finura	5,85

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SIMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	62	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	GRAVA.- > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz #4	GM	GRAVA LIMOSA
#200	100				
PASA	-				

Tabla 85. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 14

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 15		ABSCISA : 7+500								
ANALISIS GRANULOMETRICO						CONTENIDO DE AGUA				
TAMIZ		MASA	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	14,60	102,10	100,78	1,31
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	14,89	97,45	95,42	2,13
2"	50,00	117,00	1	1	99	PROMEDIO W=		1,72		%
1 1/2"	37,50	439,00	4	5	95	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.789,00	18	23	77	Recipiente No:				3
3/4"	19,00	721,00	7	30	70	Masa del recipiente:			362,3	g
1/2"	12,50	1.217,00	12	42	58	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	571,00	6	48	52	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	1.346,00	13	61	39	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	1.234,00	12	73	27					
40	425 µm	2.259,00	23	96	4					
100	150 µm	300,00	3	99	1					
200	75 µm	4,00	0	99	1					
Pasa Nº 200		1,00	0	99	1					
TOTAL		9.998,00								

CURVA GRANULOMETRICA	
	

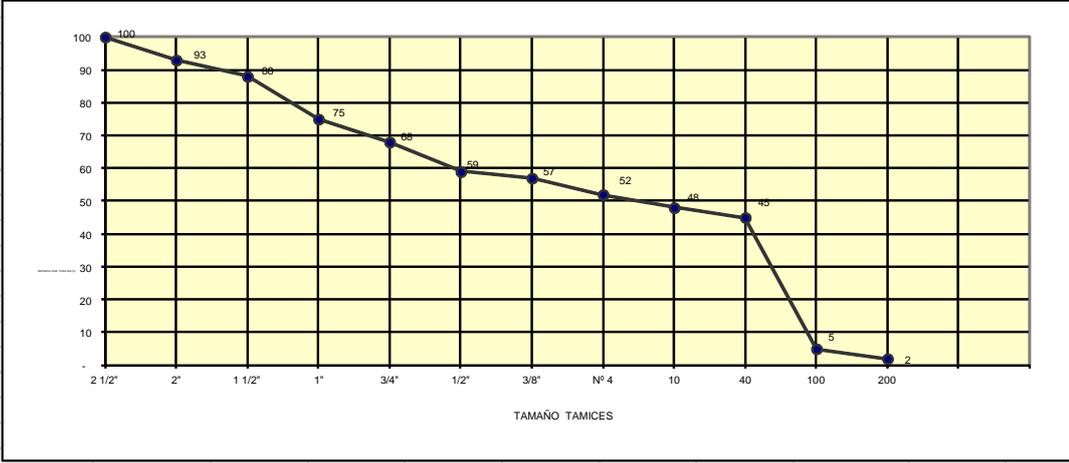
RESULTADOS		D10 =	D30 =	D60 =	Cc =	
		0,12	0,30	0,31	2,42	
	% Grava =	61	% Arena =	38	% Finos =	1
	Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$		Forma Partículas =	Redondeada	M. Finura	5,77

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS	GRAVA O ARENA	SIMBOLO	TIPO DE SUELO
# 4	61	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200	GRAVA.- > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz #4	GM	GRAVA LIMOSA
#200	99				
PASA	1				

Tabla 86. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 15

Elaborado por: Esthefany Calderón

INFORMACION GENERAL										
REALIZADOS SOBRE: ARIDO GRUESO Y FINO		UBICACIÓN: VÍA LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ		NORMAS: ASTM D422 ASSTHO T 88						
MUESTRA No. : 16		ABSCISA : 8+000								
ANALISIS GRANULOMETRICO					CONTENIDO DE AGUA					
TAMIZ		MASA	PORCENTAJES			RECIPIENTE		REC.+	REC. +	CONT.
No.	TAMAÑO (mm)	RETEN. PARC. (g)	RET. PARC. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	No.	MASA (g)	SH (g)	SS (g)	AGUA (g)
3"		-	-	-	100	1	18,97	97,58	95,32	2,37
2 1/2"	63,00	-	-	-	100	2	18,34	89,01	87,99	1,16
2"	50,00	127,00	1	1	99	PROMEDIO W=		1,77		%
1 1/2"	37,50	461,00	5	6	94	CANTIDAD INICIAL				
1"	25,00	1.741,00	17	23	77	Recipiente No:				4
3/4"	19,00	783,00	8	31	69	Masa del recipiente:			330,7	g
1/2"	12,50	1.237,00	12	43	57	Masa recipiente+suelo húmedo:				g
3/8"	9,50	504,00	5	48	52	Masa suelo húmedo:				g
Nº 4	4,75	1.305,00	13	61	39	Masa suelo seco:			10.000,0	g
10	2,00	1.227,00	12	73	27					
40	425 µm	2.258,00	23	96	4					
100	150 µm	309,00	3	99	1					
200	75 µm	1,00	0	99	1					
Pasa Nº 200		1,00	0	99	1					
TOTAL		9.954,00								

CURVA GRANULOMETRICA										
										

RESULTADOS		D10 =	0,12	D30 =	0,30	D60 =	0,31	Cc =	2,42
		% Grava =	61	% Arena =	38	% Finos =	1	Cu =	2,58
		Tamaño Max. Partículas $\leq 2''$		Forma Partículas =		Redondeada		M. Finura	5,80
TAMIZ	% RETENIDO	PARTICULAS		GRAVA O ARENA		SIMBOLO	TIPO DE SUELO		
# 4	61	SUELOS GRANULARES GRUESOS.- Más del 50% retenido e el tamiz #200		GRAVA.- > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz #4		GM	GRAVA LIMOSA		
#200	99								
PASA	1								

Tabla 87. Granulometría y porcentaje de humedad - muestra 16

Elaborado por: Esthefany Calderón

9.5.2. LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLASTICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA CIVIL					
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES									
Tema:	Determinación de Límites Líquidos								
Localización:	Guano - Chimborazo								
Fecha:	19/01/2015								
Proyecto:	Evaluación de la vía La Providencia - Cahuají								
Abscisa:	0+500								
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO									
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ									
MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W	
LIMITE LIQUIDO									
1	B3	5	28,22	26,20	17,47	2,02	8,73	23,14%	
	3	14	26,01	24,20	14,31	1,81	9,89	18,30%	
	24A	28	26,55	24,80	14,36	1,75	10,44	16,76%	
LIMITE PLASTICO									
NP = No Plástico									
<p style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</p> <p>Contenido de agua (%)</p> <p>Número de golpes</p>									
Resultado:									
Límite Líquido WL= 17,00%									

Tabla 88. Determinación de límites muestra 1

Elaborado por: Esthefany Calderón



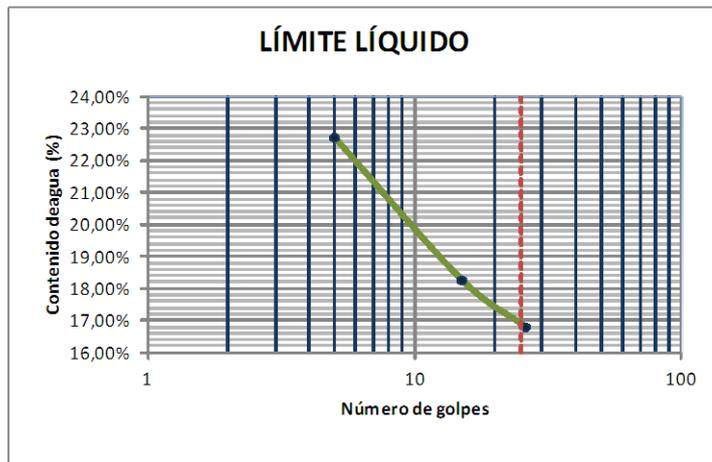
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 19/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahuají
Abscisa: 1+000

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
2	C5	5	28,20	26,20	17,40	2,00	8,80	22,73%
	4A	15	26,00	24,20	14,35	1,80	9,85	18,27%
	1	26	26,57	24,80	14,27	1,77	10,53	16,81%
LIMITE PLASTICO								

NP = No Plástico



Resultado:

Límite Líquido WL= 16,90%

Tabla 89. Determinación de límites muestra 2

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



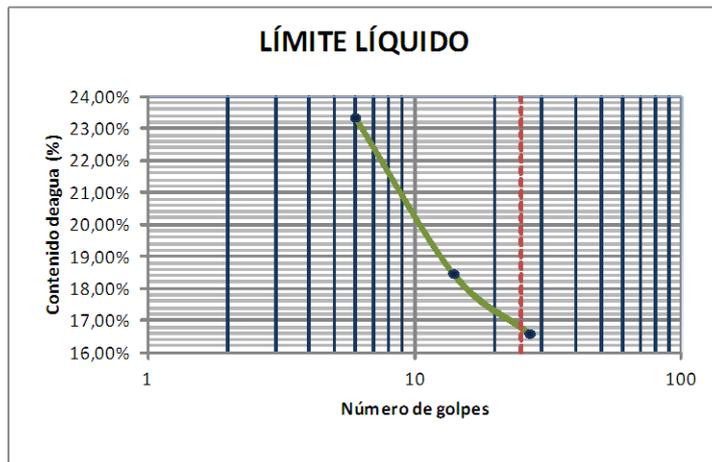
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 19/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahujá
Abscisa: 1+500

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUJÁ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
3	1R	6	28,22	26,20	17,55	2,02	8,65	23,35%
	H7	14	26,01	24,20	14,40	1,81	9,80	18,47%
	4	27	26,55	24,80	14,26	1,75	10,54	16,60%
LIMITE PLASTICO								

NP = No Plástico



Resultado:

Límite Líquido WL= 16,90%

Tabla 90. Determinación de límites muestra 3

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



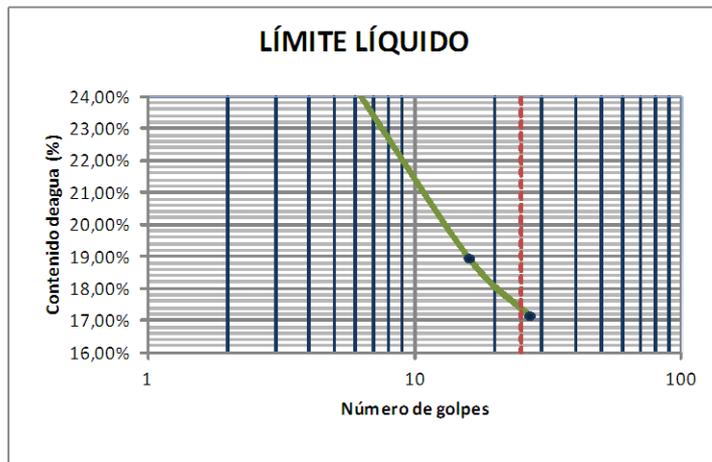
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 19/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahujá
Abscisa: 2+000

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUJÁ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
4	Q1	6	28,22	26,20	17,87	2,02	8,33	24,25%
	6T	16	26,01	24,20	14,65	1,81	9,55	18,95%
	9I	27	26,55	24,80	14,60	1,75	10,20	17,16%
LIMITE PLASTICO								

NP = No Plástico



Resultado:

Límite Líquido WL= 17,30%

Tabla 91. Determinación de límites muestra 4

Elaborado por: Esthefany Calderón

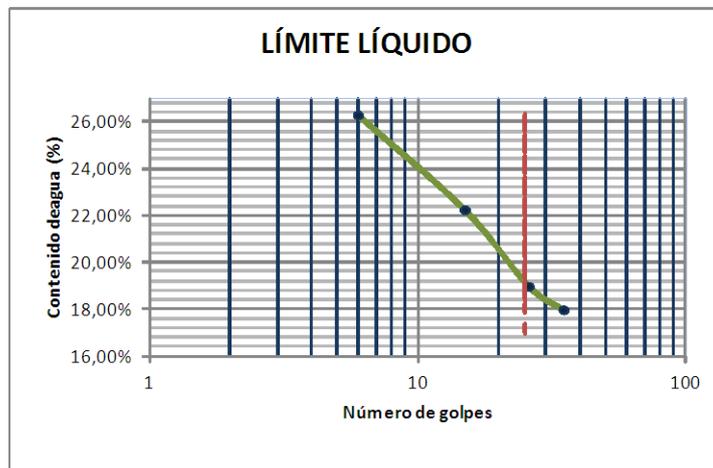


LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 20/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahuají
Abscisa: 2+500

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W	PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO									
5	E5	6	29,95	26,70	14,34	3,25	12,36	26,29%	
	1A	15	32,17	29,60	18,05	2,57	11,55	22,25%	
	C1	26	25,88	24,50	17,23	1,38	7,27	18,98%	
	D2	35	27,50	25,90	17,00	1,60	8,90	17,98%	
LIMITE PLASTICO									
5	E22		14,96	14,80	14,06	0,16	0,74	21,62%	26%
	D2		14,78	14,60	14,17	0,18	0,43	41,86%	
	D5		15,61	15,50	14,68	0,11	0,82	13,41%	



Resultado:

Límite Líquido WL= 19,00%

Tabla 92. Determinación de límites muestra 5

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

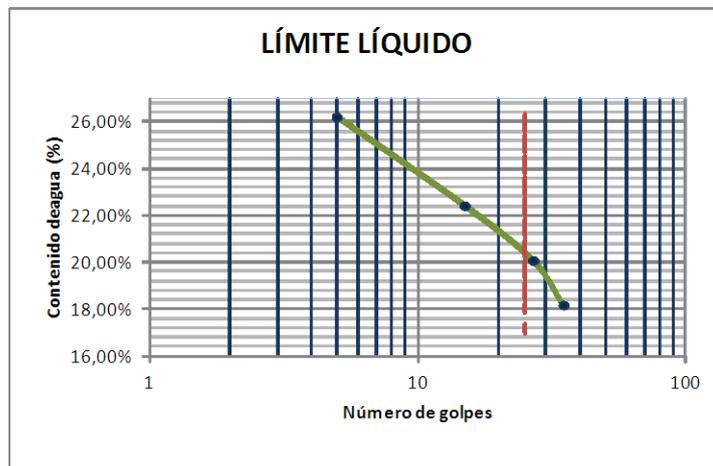


LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 20/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahuají
Abscisa: 3+000

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W	PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO									
6	4	5	29,95	26,70	14,30	3,25	12,40	26,21%	25%
	A4	15	32,17	29,60	18,14	2,57	11,46	22,43%	
	E22	27	25,88	24,50	17,63	1,38	6,87	20,09%	
	D5	35	27,50	25,90	17,10	1,60	8,80	18,18%	
LIMITE PLASTICO									
6	2P		15,10	14,81	14,06	0,29	0,75	38,67%	25%
	5O		14,67	14,57	14,17	0,10	0,40	25,00%	
	7H		15,65	15,55	14,68	0,10	0,87	11,49%	



Resultado:

Límite Líquido WL= 21,00%

Tabla 93. Determinación de límites muestra 6

Elaborado por: Esthefany Calderón

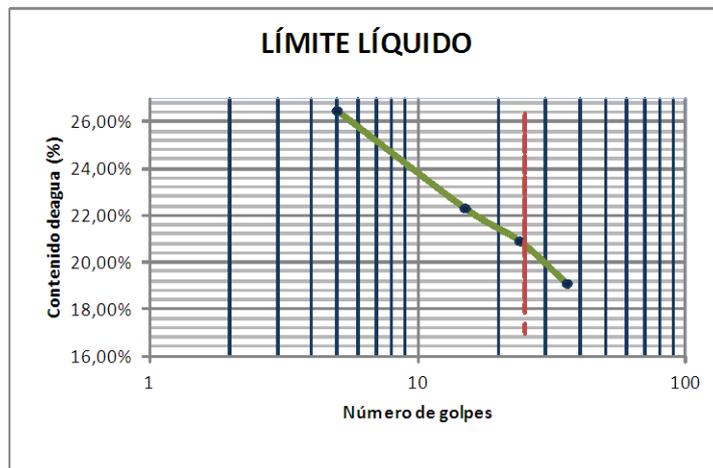


LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 20/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahuají
Abscisa: 3+500

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W	PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO									
7	3R	5	29,96	26,69	14,34	3,27	12,35	26,48%	
	2S	15	32,19	29,61	18,05	2,58	11,56	22,32%	
	DD	24	25,90	24,40	17,23	1,50	7,17	20,92%	
	TH	36	27,47	25,79	17,00	1,68	8,79	19,11%	
LIMITE PLASTICO									
7	8		15,15	15,00	14,16	0,15	0,84	17,86%	27%
	9		14,79	14,60	14,11	0,19	0,49	38,78%	
	10		15,73	15,56	14,90	0,17	0,66	25,76%	



Resultado:

Límite Líquido WL= 22,00%

Tabla 94. Determinación de límites muestra 7

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

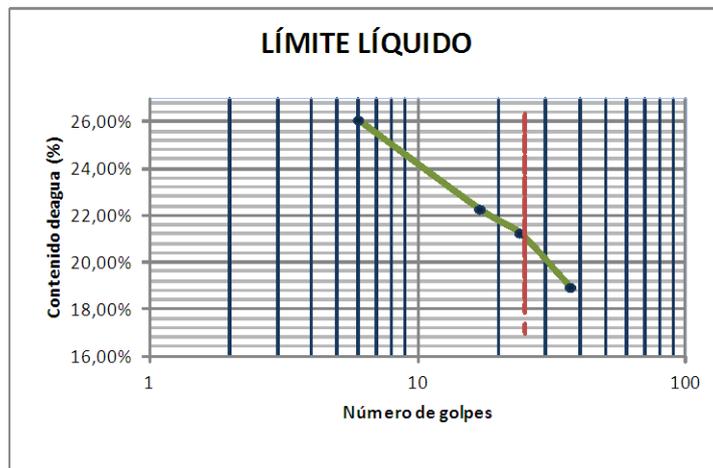


LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 20/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahuají
Abscisa: 4+000

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W	PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO									
8	3W	6	29,95	26,70	14,24	3,25	12,46	26,08%	23%
	AA	17	32,17	29,60	18,06	2,57	11,54	22,27%	
	7F	24	30,88	28,50	17,30	2,38	11,20	21,25%	
	4V	37	27,50	25,90	17,45	1,60	8,45	18,93%	
LIMITE PLASTICO									
8	11		14,97	14,81	14,06	0,16	0,75	21,33%	23%
	17		14,74	14,71	14,47	0,03	0,24	12,50%	
	19		15,81	15,50	14,63	0,31	0,87	35,63%	



Resultado:

Límite Líquido WL= 21,00%

Tabla 95. Determinación de límites muestra 8

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



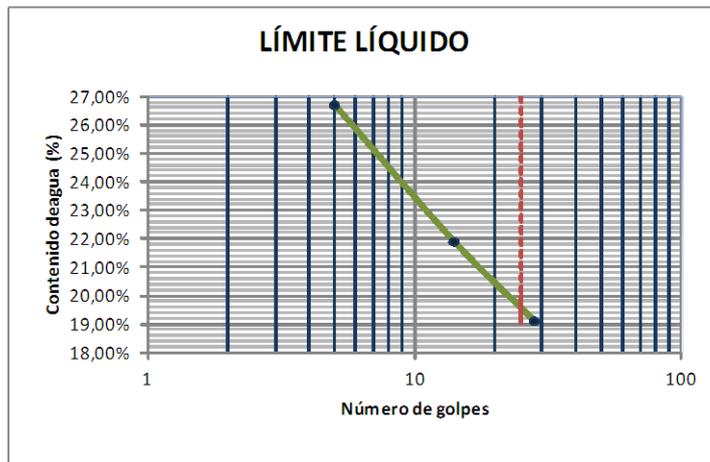
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 21/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahujá
Abscisa: 4+500

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUJÁ

MUESTRA N°	RECIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
9	3A	5	24,82	22,60	14,29	2,22	8,31	26,71%
	A	14	28,06	26,30	18,27	1,76	8,03	21,92%
	18B	28	23,84	22,35	14,56	1,49	7,79	19,13%
LIMITE PLASTICO								

NP = No Plástico



Resultado:

Límite Líquido WL= 19,60%

Tabla 96. Determinación de límites muestra 9

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



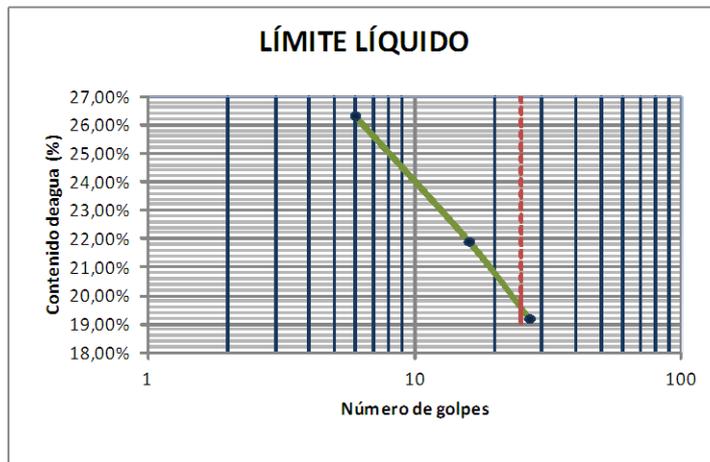
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 21/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahujá
Abscisa: 5+000

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUJÁ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
10	4	6	24,80	22,62	14,34	2,18	8,28	26,33%
	D1	16	28,09	26,33	18,30	1,76	8,03	21,92%
	5EE	27	23,83	22,34	14,58	1,49	7,76	19,20%
LIMITE PLASTICO								

NP = No Plástico



Resultado:

Límite Líquido WL= 19,80%

Tabla 97. Determinación de límites muestra 10

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



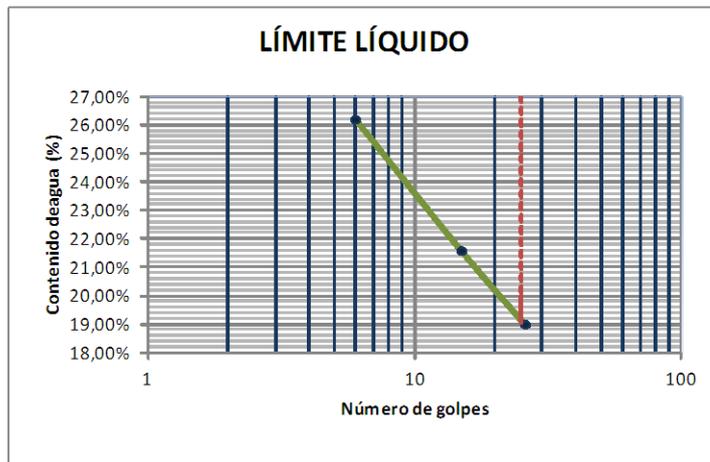
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 21/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahujá
Abscisa: 5+500

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUJÁ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
11	Q1	6	24,79	22,61	14,29	2,18	8,32	26,20%
	S	15	28,07	26,33	18,27	1,74	8,06	21,59%
	W	26	23,83	22,35	14,56	1,48	7,79	19,00%
LIMITE PLASTICO								

NP = No Plástico



Resultado:

Límite Líquido WL= 19,20%

Tabla 98. Determinación de límites muestra 11

Elaborado por: Esthefany Calderón



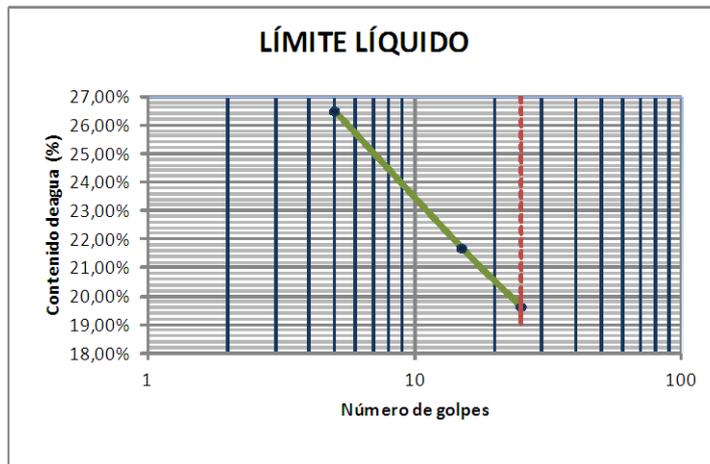
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 21/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahujá
Abscisa: 6+000

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUJÁ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP+ SUELO HUMEDO	MASA RECIP+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
12	S9	5	24,84	22,63	14,29	2,21	8,34	26,50%
	E2	15	28,03	26,29	18,27	1,74	8,02	21,70%
	6	25	23,82	22,30	14,56	1,52	7,74	19,64%
LIMITE PLASTICO								

NP = No Plástico



Resultado:

Límite Líquido WL= 19,60%

Tabla 99. Determinación de límites muestra 12

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



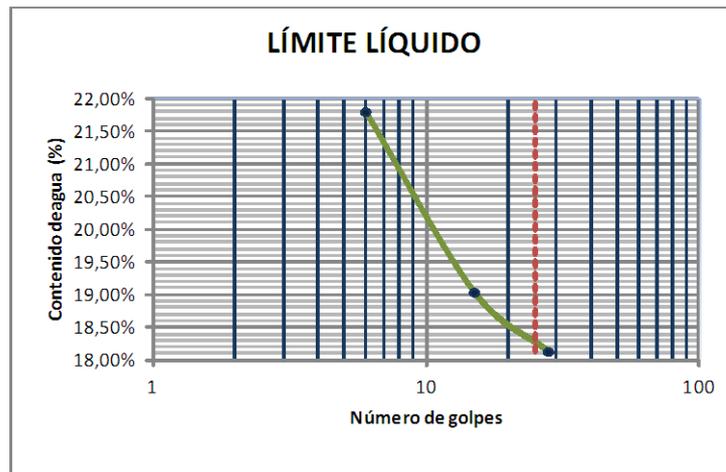
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 22/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahuají
Abscisa: 6+500

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI+ SUELO HUMEDO	MASA RECIPI+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
13	4GB	6	25,19	23,30	14,63	1,89	8,67	21,80%
	X	15	25,07	24,00	18,38	1,07	5,62	19,04%
	E1	28	24,70	23,71	18,25	0,99	5,46	18,13%
LIMITE PLASTICO								

NP = No Plástico



Resultado:

Límite Líquido WL= 18,30%

Tabla 100. Determinación de límites muestra 13

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



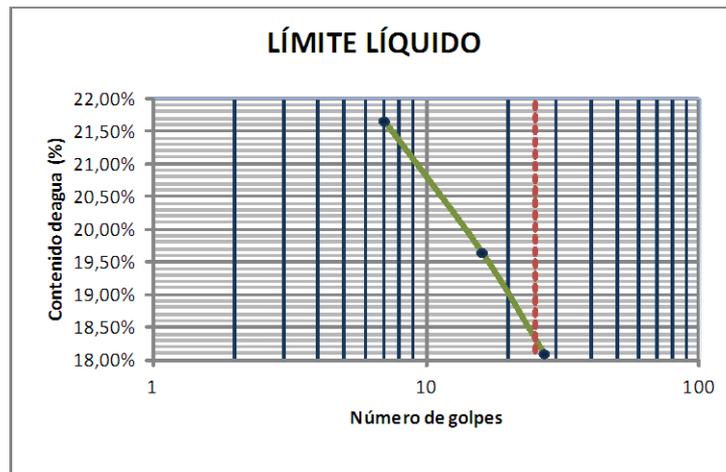
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 22/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahuají
Abscisa: 7+000

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI+ SUELO HUMEDO	MASA RECIPI+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
14	6	7	25,21	23,33	14,65	1,88	8,68	21,66%
	8Y	16	25,11	24,00	18,35	1,11	5,65	19,65%
	2F	27	24,73	23,74	18,27	0,99	5,47	18,10%
LIMITE PLASTICO								

NP = No Plástico



Resultado:

Límite Líquido WL= 18,40%

Tabla 101. Determinación de límites muestra 14

Elaborado por: Esthefany Calderón



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL**



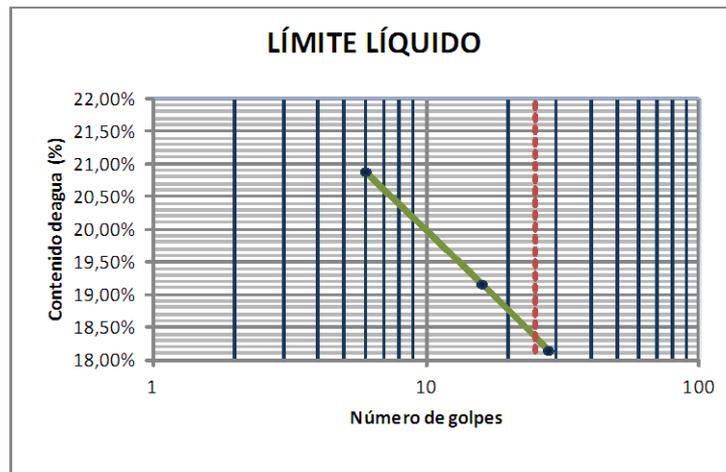
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 22/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahuají
Abscisa: 7+500

**REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ**

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI+ SUELO HUMEDO	MASA RECIPI+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
15	2	6	25,25	23,41	14,60	1,84	8,81	20,89%
	T	16	25,05	23,95	18,21	1,10	5,74	19,16%
	GH	28	24,72	23,72	18,21	1,00	5,51	18,15%
LIMITE PLASTICO								

NP = No Plástico



Resultado:

Límite Líquido WL= 18,30%

Tabla 102. Determinación de límites muestra 15

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



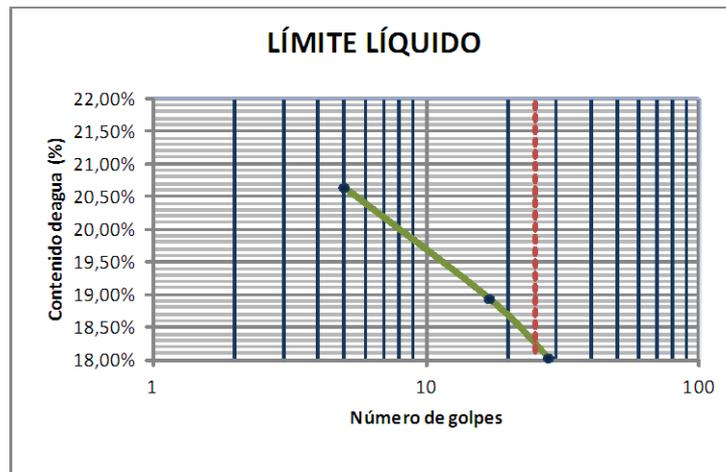
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tema: Determinación de Límites Líquidos
Localización: Guano - Chimborazo
Fecha: 22/01/2015
Proyecto: Evaluación de la vía La Providencia - Cahuají
Abscisa: 8+000

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
LIMITE LIQUIDO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PROVIDENCIA - CAHUAJÍ

MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI+ SUELO HUMEDO	MASA RECIPI+ SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
16	B	5	25,15	23,35	14,63	1,80	8,72	20,64%
	N	17	25,12	24,05	18,40	1,07	5,65	18,94%
	L	28	24,73	23,74	18,25	0,99	5,49	18,03%
LIMITE PLASTICO								

NP = No Plástico



Resultado:

Límite Líquido WL= 18,20%

Tabla 103. Determinación de límites muestra 16

Elaborado por: Esthefany Calderón

9.5.3. PROCTOR

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES										
PROYECTO:	Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts:	1,50							
ABSCISA:	0+500	PROCEDENCIA:	Subrasante							
MÉTODO:	Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°:	01							
GOLPES POR CAPA	25 GOLPES									
Nº DE CAPAS	3 CAPAS									
PESO DEL MARTILLO	10 Lb									
ALTURA DE CAIDA	18 Plg									
PREPARACION DEL METODO	Húmedo									
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	3,78									
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular									
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía									
DIAMETRO DEL MOLDE	6"									
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77									
PESO DEL MOLDE EN (g)	6583									
DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6583	6583	6583	6583	6583					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10194	10355	10494	10663	10547					
Peso del Suelo(g)	3611	3772	3911	4080	3964					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%		6%		9%		12%		15%	
Peso Tara (g)	15	14,8	17,4	18,2	18,3	17,1	18,00	18,01	18,60	18,50
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	95,20	96,40	92,60	92,20	100,10	93,10	97,20	101,70	112,60	103,20
Peso tara+Suelo Seco (g)	91,55	92,79	87,36	86,46	92,14	85,94	87,39	91,59	98,72	90,65
Cont. de Agua %	4,8	4,6	7,5	8,4	10,8	10,4	14,1	13,7	17,3	17,4
Cont. Prom. Agua %	4,70		7,95		10,59		13,94		17,36	
Dens.Hum.(g/cm ³)	1,72		1,80		1,86		1,94		1,89	
Dens.Seca.(g/cm ³)	1,64		1,67		1,69		1,71		1,61	

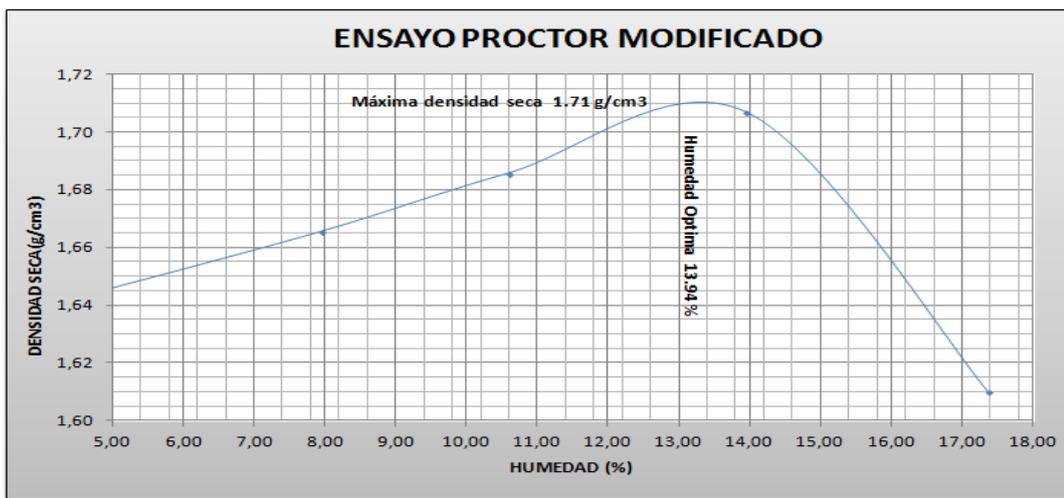


Tabla 104. Ensayo Próctor - muestra 1

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 1+000	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°: 02

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO USADO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	3,61
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6583

DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6583	6583	6583	6583	6583					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10198	10350	10498	10661	10553					
Peso del Suelo(g)	3615	3767	3915	4078	3970					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%	6%	9%	12%	15%					
Peso Tara (g)	15,1	14,7	17,3	18,6	18,7	17,6	17,00	18,20	18,40	18,63
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	96,10	96,43	92,67	92,21	100,16	93,14	97,26	101,40	112,54	103,11
Peso tara+Suelo Seco (g)	91,52	92,83	87,47	86,51	92,13	85,99	87,34	91,52	98,76	90,67
Cont. de Agua %	6,0	4,6	7,4	8,4	10,9	10,5	14,1	13,5	17,1	17,3
Cont. Prom. Agua %	5,30		7,90		10,70		13,79		17,21	
Dens.Hum.(g/cm ³)	1,72		1,80		1,87		1,94		1,89	
Dens.Seca.(g/cm ³)	1,64		1,66		1,69		1,71		1,61	

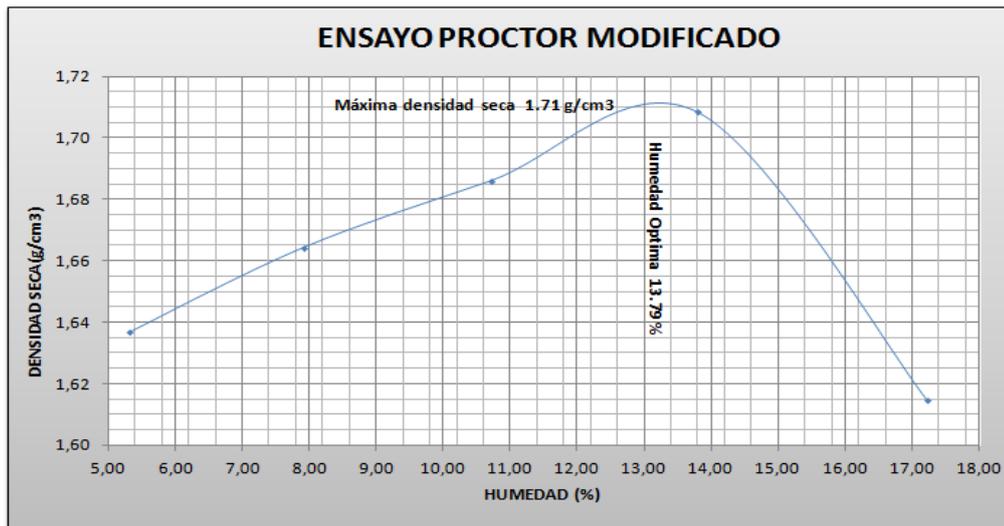


Tabla 105. Ensayo Próctor - muestra 2

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahujá	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 1+500	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°: 03

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO USADO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	3,89
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6583

DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6583	6583	6583	6583	6583					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10187	10367	10501	10659	10523					
Peso del Suelo(g)	3604	3784	3918	4076	3940					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%	6%	9%	12%	15%					
Peso Tara (g)	15,2	14	18,94	18,1	18,3	17,2	18,30	18,01	18,70	18,40
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	95,23	96,43	92,63	92,31	100,15	93,21	97,21	101,64	112,74	103,19
Peso tara+Suelo Seco (g)	91,55	92,79	87,36	86,46	92,14	85,94	87,39	91,59	98,72	90,65
Cont. de Agua %	4,8	4,6	7,7	8,6	10,8	10,6	14,2	13,7	17,5	17,4
Cont. Prom. Agua %	4,72	8,13	10,71	13,94	17,44					
Dens.Hum.(g/cm ³)	1,72	1,80	1,87	1,94	1,88					
Dens.Seca.(g/cm ³)	1,64	1,67	1,69	1,71	1,60					

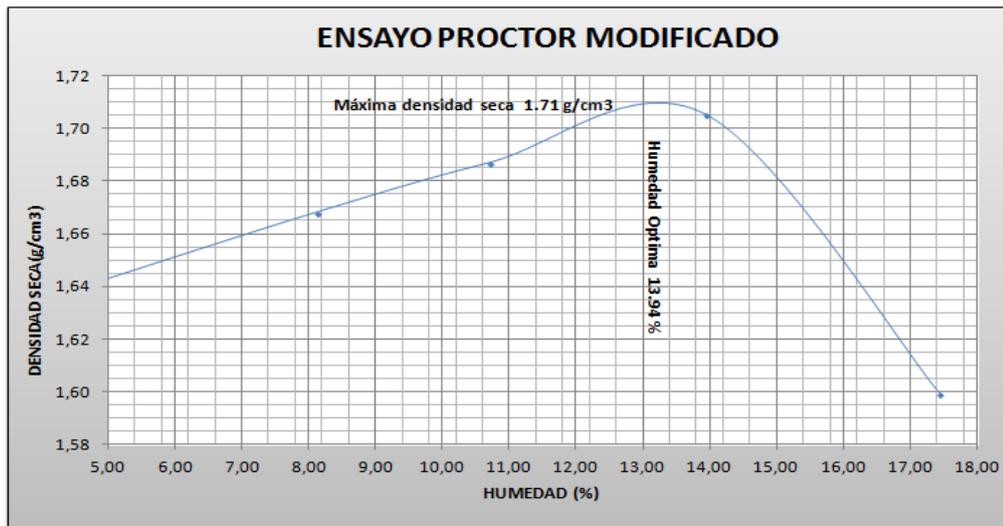


Tabla 106. Ensayo Próctor - muestra 3

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 2+000	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°: 04

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO USADO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	3,75
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6583

DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6583	6583	6583	6583	6583					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10194	10355	10494	10663	10547					
Peso del Suelo(g)	3611	3772	3911	4080	3964					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%		6%		9%		12%		15%	
Peso Tara (g)	15	14,8	17,4	18,2	18,3	17,1	18,00	18,01	18,60	18,50
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	95,20	96,40	92,60	92,20	100,10	93,10	97,20	101,70	112,60	103,20
Peso tara+Suelo Seco (g)	90,97	92,74	87,50	86,50	92,16	85,73	87,45	91,65	98,81	91,00
Cont. de Agua %	5,6	4,7	7,3	8,3	10,8	10,7	14,0	13,6	17,2	16,8
Cont. Prom. Agua %	5,13		7,81		10,74		13,84		17,01	
Dens.Hum.(g/cm ³)	1,72		1,80		1,86		1,94		1,89	
Dens.Seca.(g/cm ³)	1,64		1,67		1,68		1,71		1,61	

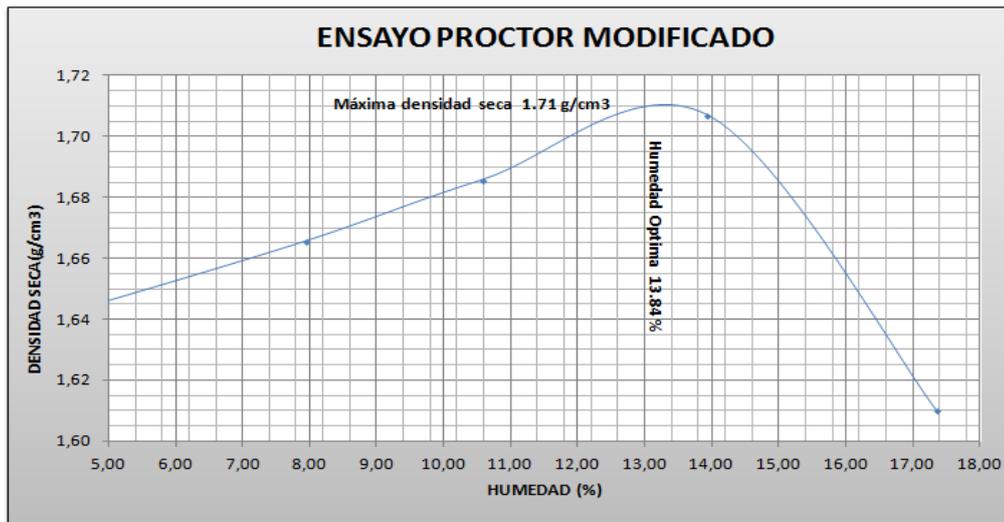


Tabla 107. Ensayo Próctor - muestra 4

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 2+500	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°: 05

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	5,53
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6583

DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6583	6583	6583	6583	6583					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10156	10404	10632	10798	10731					
Peso del Suelo(g)	3573	3821	4049	4215	4148					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%	6%	9%	12%	15%					
Peso Tara (g)	18,2	17,6	18,3	17,7	14,4	14,6	14,20	14,80	14,30	14,60
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	96,10	92,20	90,60	95,30	88,10	88,80	86,80	85,10	92,70	98,30
Peso tara+Suelo Seco (g)	91,04	87,51	83,62	88,35	79,08	79,86	76,21	74,84	79,48	83,80
Cont. de Agua %	6,9	6,7	10,7	9,8	13,9	13,7	17,1	17,1	20,3	21,0
Cont. Prom. Agua %	6,83		10,26		13,82		17,08		20,62	
Dens.Hum.(g/cm³)	1,70		1,82		1,93		2,01		1,98	
Dens.Seca.(g/cm³)	1,59		1,65		1,70		1,72		1,64	

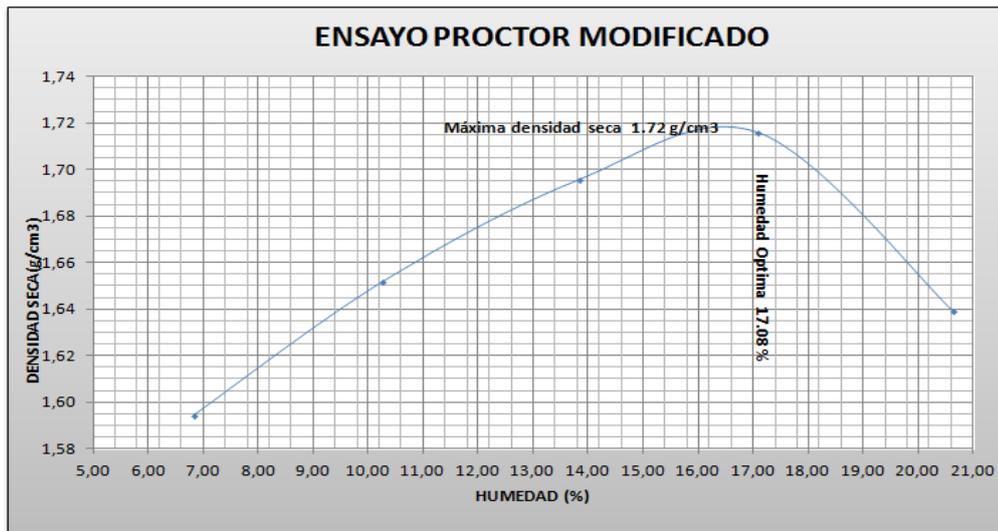


Tabla 108. Ensayo Próctor - muestra 5

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO:	Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts:	1,50
ABSCISA:	3+000	PROCEDENCIA:	Subrasante
MÉTODO:	Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°:	06

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	5,63
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6583

DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6583	6583	6583	6583	6583					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10160	10414	10632	10801	10725					
Peso del Suelo(g)	3577	3831	4049	4218	4142					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%	6%	9%	12%	15%					
Peso Tara (g)	18,1	18,3	18,2	17,2	14,2	14,5	14,30	14,60	14,20	14,70
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	96,05	91,56	90,57	95,47	88,40	88,60	86,57	85,07	92,84	98,25
Peso tara+Suelo Seco (g)	91,24	87,40	83,74	88,41	79,50	79,93	76,35	74,52	79,53	83,87
Cont. de Agua %	6,6	6,0	10,4	9,9	13,6	13,3	16,5	17,6	20,4	20,8
Cont. Prom. Agua %	6,30		10,17		13,44		17,04		20,58	
Dens.Hum.(g/cm ³)	1,71		1,83		1,93		2,01		1,97	
Dens.Seca.(g/cm ³)	1,60		1,66		1,70		1,72		1,64	

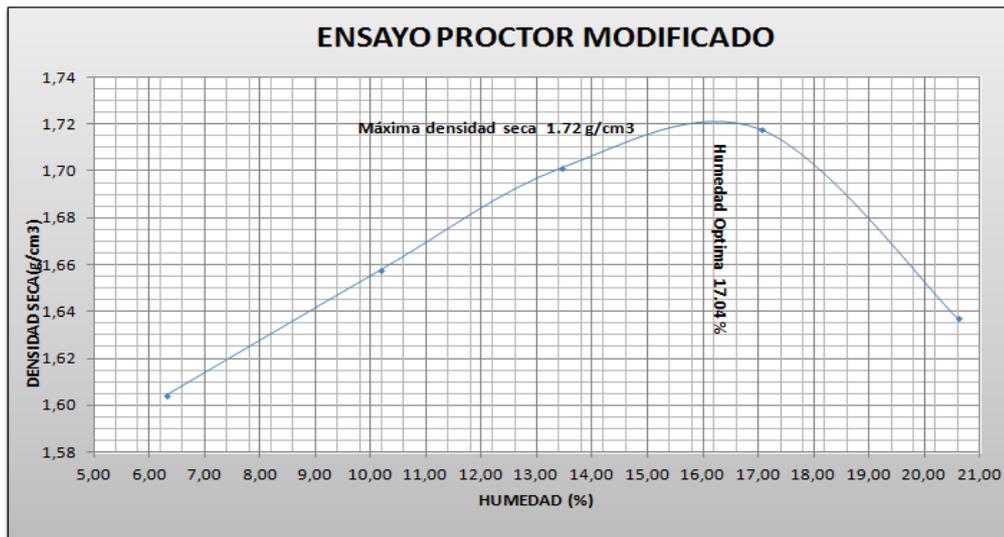


Tabla 109. Ensayo Próctor - muestra 6

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO:	Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts:	1,50
ABSCISA:	3+500	PROCEDENCIA:	Subrasante
MÉTODO:	Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°:	07

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	5,33
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6583

DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6583	6583	6583	6583	6583					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10149	10400	10625	10786	10718					
Peso del Suelo(g)	3566	3817	4042	4203	4135					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%		6%		9%		12%		15%	
Peso Tara (g)	18,2	17,5	18,2	17,8	14,5	14,3	14,20	14,60	14,40	14,50
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	95,70	92,17	90,50	95,26	88,17	88,81	86,90	85,11	92,65	98,40
Peso tara+Suelo Seco (g)	91,23	87,54	83,54	88,32	79,16	79,79	76,28	74,82	79,52	83,61
Cont. de Agua %	6,1	6,6	10,7	9,8	13,9	13,8	17,1	17,1	20,2	21,4
Cont. Prom. Agua %	6,37		10,25		13,85		17,10		20,78	
Dens.Hum.(g/cm³)	1,70		1,82		1,93		2,00		1,97	
Dens.Seca.(g/cm³)	1,60		1,65		1,69		1,71		1,63	

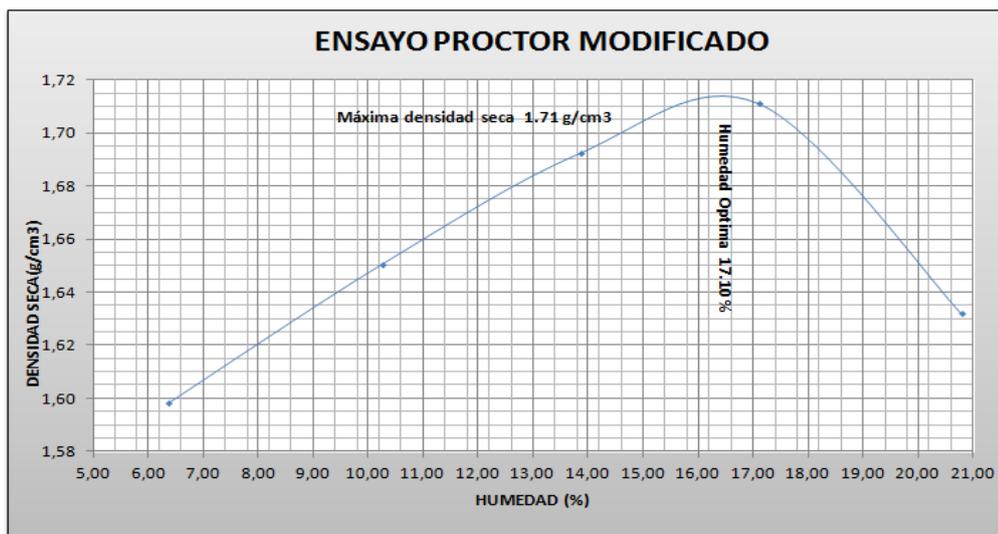


Tabla 110. Ensayo Próctor - muestra 7

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 4+000	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°: 08

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	5,61
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6583

DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6583	6583	6583	6583	6583					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10142	10424	10643	10787	10764					
Peso del Suelo(g)	3559	3841	4060	4204	4181					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%		6%		9%		12%		15%	
Peso Tara (g)	18,6	17,5	18,2	17,4	14,1	14,5	14,30	14,50	14,20	14,10
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	95,90	92,35	90,65	95,24	88,14	88,34	86,87	85,11	92,75	98,50
Peso tara+Suelo Seco (g)	90,04	87,68	83,24	88,38	79,19	79,70	76,36	74,74	79,52	83,81
Cont. de Agua %	8,2	6,7	11,4	9,7	13,8	13,3	16,9	17,2	20,3	21,1
Cont. Prom. Agua %	7,43		10,53		13,50		17,07		20,66	
Dens.Hum.(g/cm ³)	1,70		1,83		1,94		2,00		1,99	
Dens.Seca.(g/cm ³)	1,58		1,66		1,71		1,71		1,65	

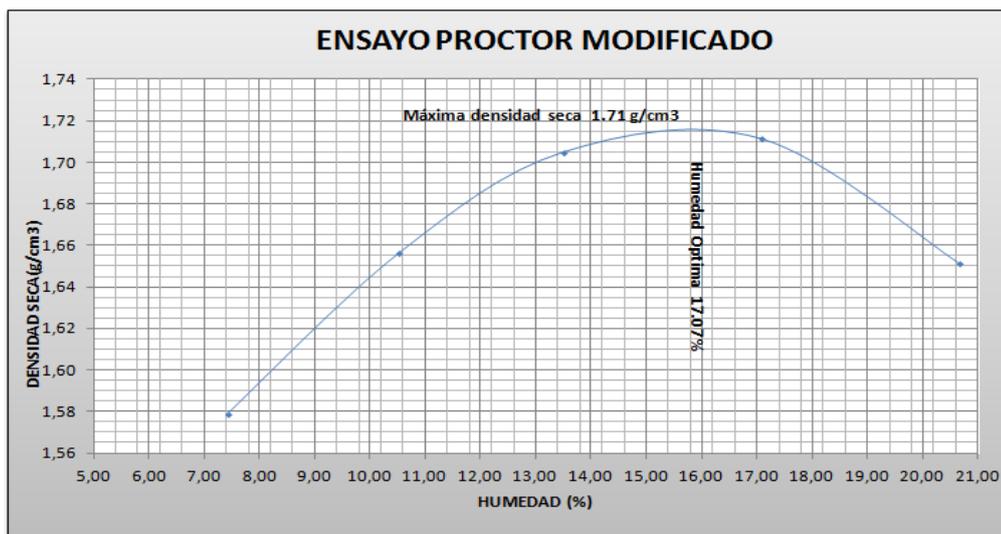


Tabla 111. Ensayo Próctor - muestra 8
Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 4+500	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°: 09

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	1,01
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6587

DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6587	6587	6587	6587	6587					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10050	10180	10328	10482	10442					
Peso del Suelo(g)	3463	3593	3741	3895	3855					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%	6%	9%	12%	15%					
Peso Tara (g)	18,36	18,62	17,47	18,25	18,05	17,24	18,08	18,68	18,38	18,24
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	87,49	99,89	93,40	89,38	98,70	92,62	93,57	98,55	106,34	107,00
Peso tara+Suelo Seco (g)	85,26	97,30	88,82	84,99	91,71	86,05	85,09	89,54	93,89	94,29
Cont. de Agua %	3,3	3,3	6,4	6,6	9,5	9,5	12,7	12,7	16,5	16,7
Cont. Prom. Agua %	3,31		6,50		9,52		12,69		16,60	
Dens.Hum.(g/cm ³)	1,65		1,71		1,78		1,86		1,84	
Dens.Seca.(g/cm ³)	1,60		1,61		1,63		1,65		1,58	

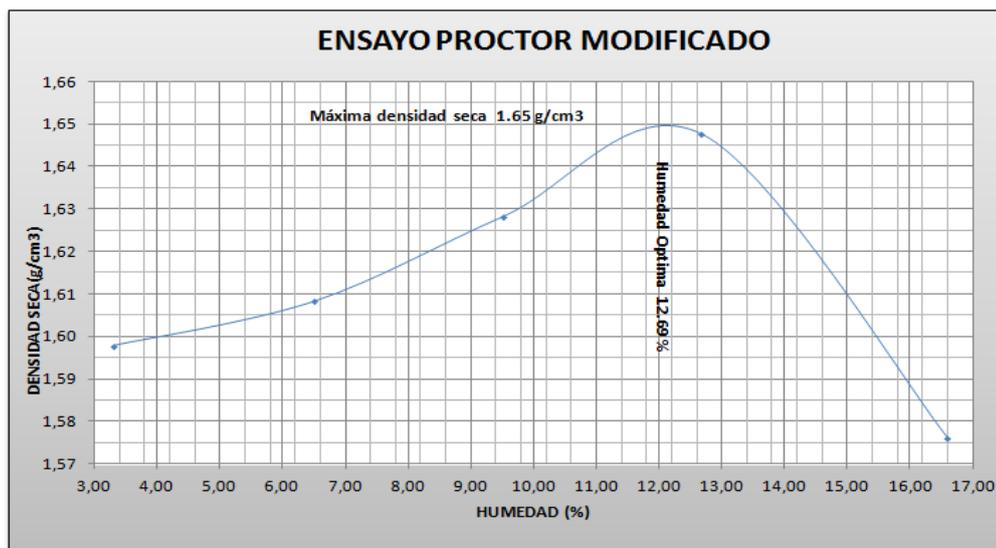


Tabla 112. Ensayo Próctor - muestra 9

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 5+000	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°: 10

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	1,12
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6587

DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6587	6587	6587	6587	6587					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10074	10205	10328	10485	10450					
Peso del Suelo(g)	3487	3618	3741	3898	3863					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%		6%		9%		12%		15%	
Peso Tara (g)	18,25	18,31	14,6	18,36	18,15	18	17,00	17,00	18,40	18,30
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	87,52	99,92	93,55	89,48	98,75	92,36	93,74	97,90	106,30	107,02
Peso tara+Suelo Seco (g)	85,35	97,24	88,76	84,82	91,73	86,15	85,11	89,53	93,76	94,52
Cont. de Agua %	3,2	3,4	6,5	7,0	9,5	9,1	12,7	11,5	16,6	16,4
Cont. Prom. Agua %	3,31		6,74		9,33		12,11		16,52	
Dens.Hum.(g/cm ³)	1,66		1,72		1,78		1,86		1,84	
Dens.Seca.(g/cm ³)	1,61		1,62		1,63		1,66		1,58	

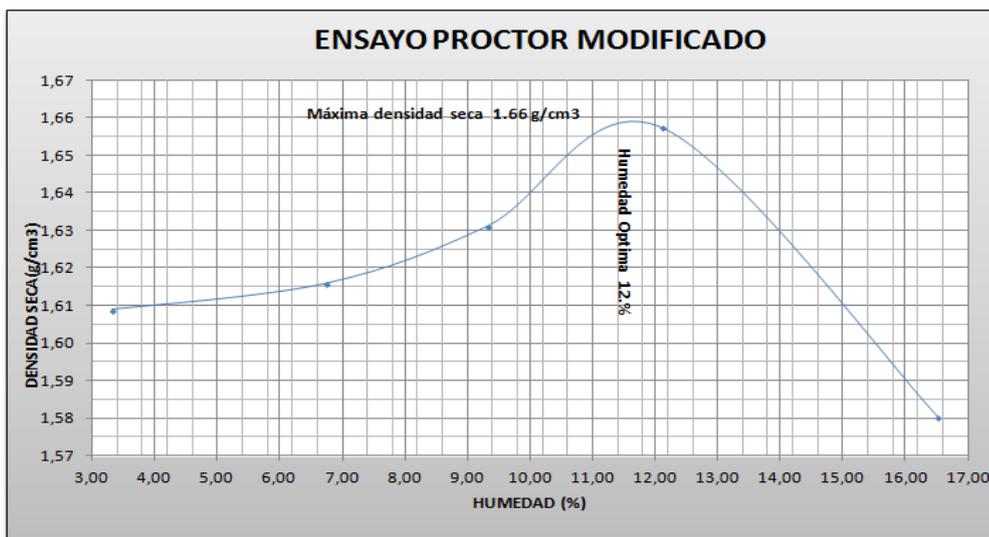


Tabla 113. Ensayo Próctor - muestra 10

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 5+500	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°: 11

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	1,03
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6587

DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6587	6587	6587	6587	6587					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10063	10165	10335	10486	10461					
Peso del Suelo(g)	3476	3578	3748	3899	3874					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%		6%		9%		12%		15%	
Peso Tara (g)	18,1	18,3	17,3	18,3	18,4	17,1	18,05	18,00	18,45	18,70
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	87,24	99,89	93,38	89,35	98,74	92,68	93,62	98,63	106,54	106,71
Peso tara+Suelo Seco (g)	84,00	97,25	88,76	84,87	91,59	86,15	85,16	89,40	93,80	94,35
Cont. de Agua %	4,9	3,3	6,5	6,7	9,8	9,5	12,6	12,9	16,9	16,3
Cont. Prom. Agua %	4,13		6,60		9,61		12,77		16,62	
Dens.Hum.(g/cm ³)	1,66		1,71		1,79		1,86		1,85	
Dens.Seca.(g/cm ³)	1,59		1,60		1,63		1,65		1,58	

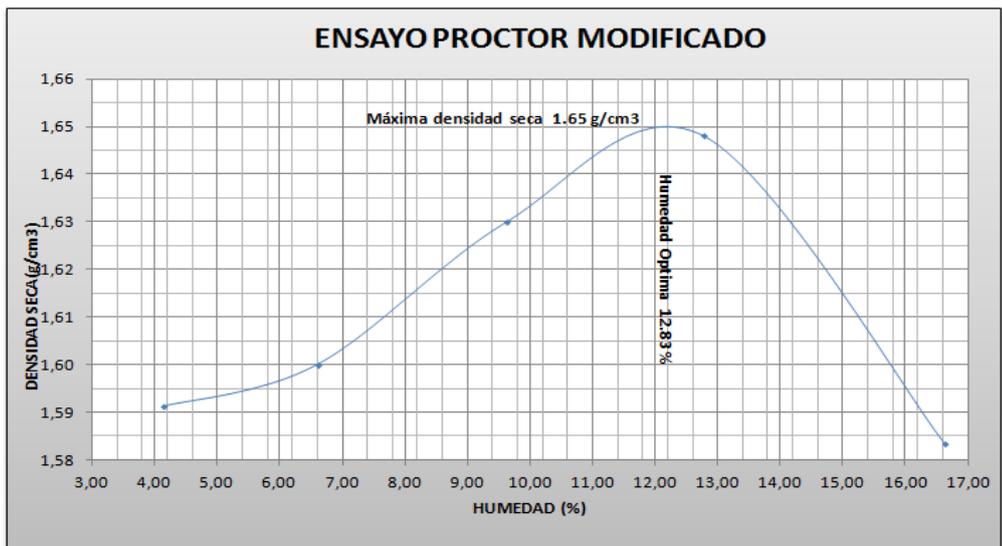


Tabla 114. Ensayo Próctor - muestra 11

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahujá	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 6+000	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA N°: 12

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	1,11
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6587

DATOS PARA LA CURVA										
Nº	1	2	3	4	4					
Peso del Molde (g)	6587	6587	6587	6587	6587					
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10055	10145	10335	10476	10443					
Peso del Suelo(g)	3468	3558	3748	3889	3856					
CONTENIDO DE AGUA										
% de humedad añadida al suelo	3%		6%		9%		12%		15%	
Peso Tara (g)	18,3	18,2	17,4	18,2	18,5	17,2	18,00	18,60	18,30	18,02
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	87,51	99,99	93,32	89,42	98,75	92,65	93,63	98,61	106,41	107,00
Peso tara+Suelo Seco (g)	85,22	97,24	88,74	84,86	91,74	86,03	85,04	89,62	93,40	94,36
Cont. de Agua %	3,4	3,5	6,4	6,8	9,6	9,6	12,8	12,7	17,3	16,6
Cont. Prom. Agua %	3,45		6,63		9,59		12,74		16,94	
Dens.Hum.(g/cm ³)	1,65		1,70		1,79		1,85		1,84	
Dens.Seca.(g/cm ³)	1,60		1,59		1,63		1,644		1,57	

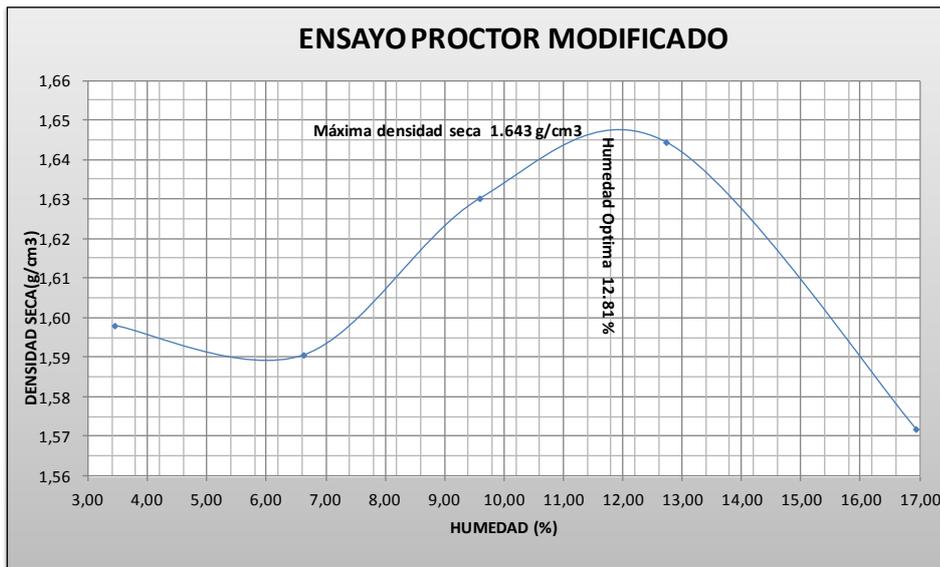


Tabla 115. Ensayo Próctor - muestra 12

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 6+500	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA Nº: 13

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	1,69
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6587

DATOS PARA LA CURVA									
Nº	1		2		3		4		
Peso del Molde (g)	6587		6587		6587		6587		
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	11000		11170		11499		11354		
Peso del Suelo(g)	4413		4583		4912		4767		
CONTENIDO DE AGUA									
% de humedad añadida al suelo	3%		6%		9%		12%		
Peso Tara (g)	14,85	14,41	14,55	14,63	17,79	14,8	14,23	14,58	
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	110,61	112,39	116,10	117,48	166,55	152,84	172,97	175,77	
Peso tara+Suelo Seco (g)	106,63	108,54	109,23	110,78	151,51	139,37	154,21	156,85	
Cont. de Agua %	4,3	4,1	7,3	7,0	11,2	10,8	13,4	13,3	
Cont. Prom. Agua %	4,21		7,11		11,03		13,35		
Dens.Hum.(g/cm³)	2,10		2,18		2,34		2,27		
Dens.Seca.(g/cm³)	2,02		2,04		2,11		2,00		

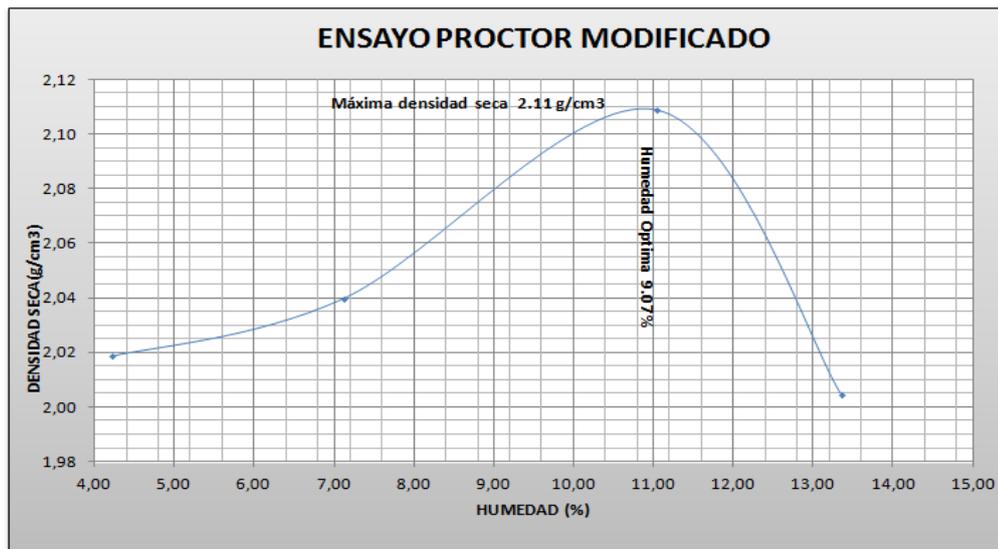


Tabla 116. Ensayo Próctor - muestra 13

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 7+000	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA Nº: 14

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	1,58
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm3)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6587

DATOS PARA LA CURVA									
Nº	1		2		3		4		
Peso del Molde (g)	6587		6587		6587		6587		
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	11005		11165		11505		11324		
Peso del Suelo(g)	4418		4578		4918		4737		
CONTENIDO DE AGUA									
% de humedad añadida al suelo	3%		6%		9%		12%		
Peso Tara (g)	14,1	14,4	14,5	14,6	17,5	14,6	14,00	14,60	
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	111,02	113,68	117,21	117,56	166,63	152,80	172,85	175,74	
Peso tara+Suelo Seco (g)	106,52	108,47	109,30	110,87	151,53	139,46	154,16	156,95	
Cont. de Agua %	4,9	5,5	8,3	6,9	11,3	10,7	13,3	13,2	
Cont. Prom. Agua %	5,20		7,65		10,98		13,27		
Dens.Hum.(g/cm3)	2,11		2,18		2,34		2,26		
Dens.Seca.(g/cm3)	2,00		2,03		2,11		1,99		

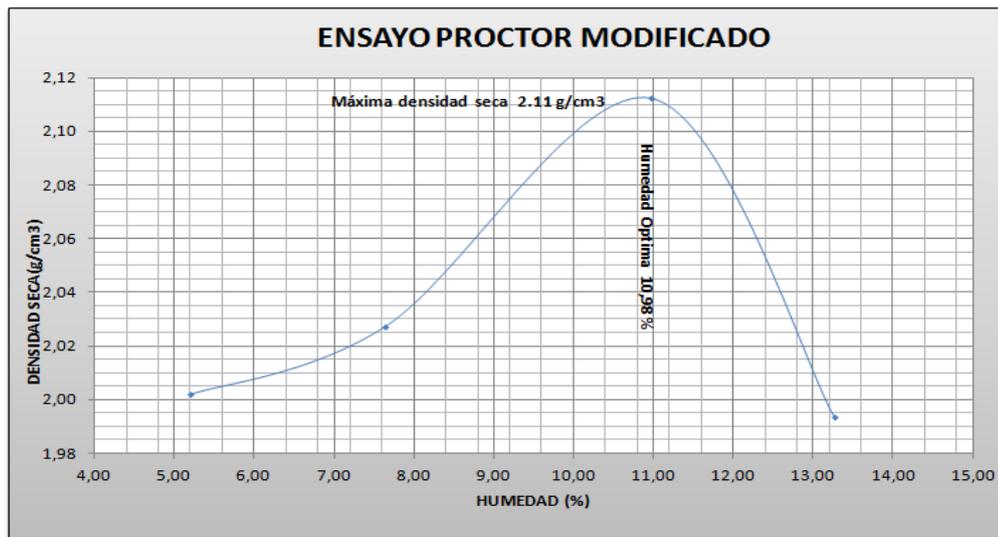


Tabla 117. Ensayo Próctor - muestra 14

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 7+500	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA Nº: 15

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	1,72
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm3)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6587

DATOS PARA LA CURVA									
Nº	1		2		3		4		
Peso del Molde (g)	6587		6587		6587		6587		
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	10995		11160		11498		11421		
Peso del Suelo(g)	4408		4573		4911		4834		
CONTENIDO DE AGUA									
% de humedad añadida al suelo	3%		6%		9%		12%		
Peso Tara (g)	14,3	14,6	14,5	14,7	17,8	14,7	14,30	14,69	
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	109,95	112,47	116,04	117,49	166,63	152,40	172,74	175,84	
Peso tara+Suelo Seco (g)	105,90	108,68	109,36	110,81	151,42	139,41	154,36	157,63	
Cont. de Agua %	4,4	4,0	7,0	7,0	11,4	10,4	13,1	12,7	
Cont. Prom. Agua %	4,22		7,00		10,90		12,93		
Dens.Hum.(g/cm3)	2,10		2,18		2,34		2,30		
Dens.Seca.(g/cm3)	2,02		2,04		2,11		2,04		

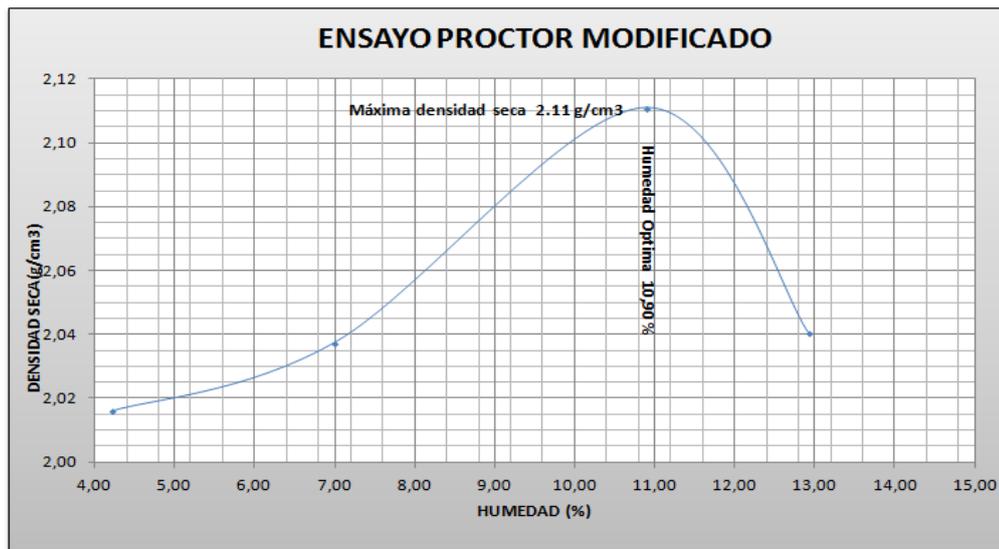


Tabla 118. Ensayo Próctor - muestra 15

Elaborado por: Esthefany Calderón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 8+000	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: Próctor Estandar - ASTM 698, Método C	MUESTRA Nº: 16

GOLPES POR CAPA	25 GOLPES
Nº DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
PREPARACION DEL METODO	Húmedo
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	1,77
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm3)	2097,77
PESO DEL MOLDE EN (g)	6587

DATOS PARA LA CURVA									
Nº	1		2		3		4		
Peso del Molde (g)	6587		6587		6587		6587		
P.MOLDE+ MUESTRA DE SUELO(g)	11010		11179		11500		11457		
Peso del Suelo(g)	4423		4592		4913		4870		
CONTENIDO DE AGUA									
% de humedad añadida al suelo	3%		6%		9%		12%		
Peso Tara (g)	14,7	14,2	14,5	14,8	17,2	14,9	14,30	14,30	
Peso tara+Suelo Húmedo (g)	110,47	112,03	116,13	117,26	166,52	152,84	172,41	175,73	
Peso tara+Suelo Seco (g)	106,30	108,62	109,50	110,64	151,63	139,35	154,36	156,78	
Cont. de Agua %	4,6	3,6	7,0	6,9	11,1	10,8	12,9	13,3	
Cont. Prom. Agua %	4,08		6,94		10,96		13,09		
Dens.Hum.(g/cm3)	2,11		2,19		2,34		2,32		
Dens.Seca.(g/cm3)	2,03		2,05		2,11		2,05		

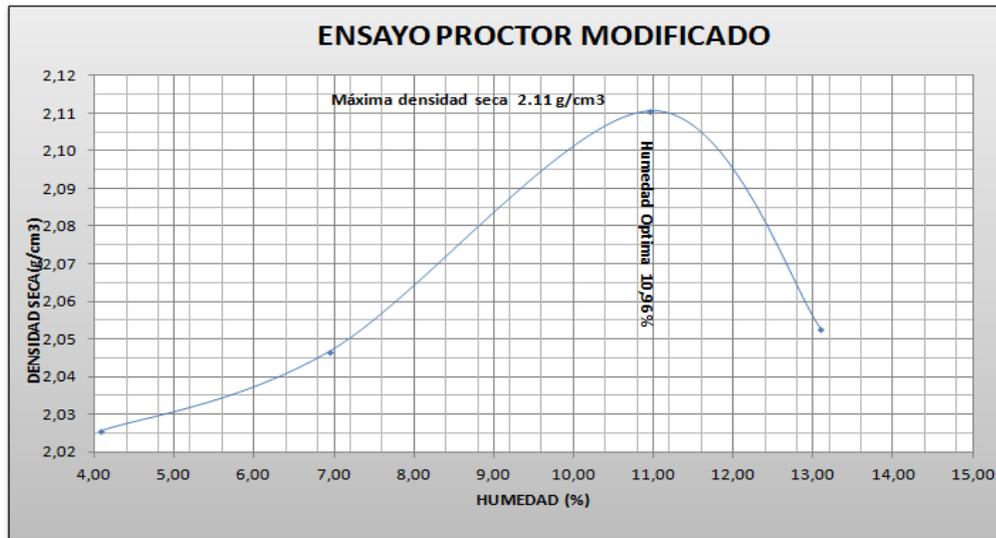


Tabla 119. Ensayo Próctor - muestra 16

Elaborado por: Esthefany Calderón

9.5.4. CBR

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES	
PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuaji	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 2+000	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: CBR - ASTM D 1883	MUESTRA Nº: 01

GOLPES POR CAPA	50 GOLPES
Nº DE CAPAS	5 CAPS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sumergida
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
ALTURA DE LA MUESTRA EN (cm)	11,5
ENSAYO PRELIMINAR DE COMPACTACION	Proctor Modificado
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	1,71
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	13,94

Molde Nº	P9		P3		P2	
Número de capas	3		3		3	
Número de golpes por capa	50		25		10	
	Antes del remojo	Despues del remojo	Antes del remojo	Despues del remojo	Antes del remojo	Despues del remojo
Peso Molde (g)	6583	6583	6583	6583	6583	6583
Peso muestra húmeda+ molde (g)	10494	10985	10355	10846	10194	10670
Peso muestra húmeda (g)	3911	4402	3772	4263	3611	4087

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente Nº (TARA)	G	H	P	Q	U	V	E	F	X	Y	M	N
Peso Tara (g)	18,00	17,20	17,80	18,20	18,00	17,20	18,00	18,00	18,00	17,20	18,40	18,40
Peso tara+Suelo H. (g)	113,40	110,60	120,60	112,50	113,40	110,60	110,30	109,30	113,40	110,60	107,00	107,10
Peso tara+Suelo S. (g)	107,00	103,80	113,60	106,00	107,00	103,80	104,20	103,20	107,00	103,80	101,20	101,20
Cont. de Agua (%)	7,19	7,85	7,31	7,40	7,19	7,85	7,08	7,16	7,19	7,85	7,00	7,13
Cont. Prom. Agua (%)	7,52		7,36		7,52		7,12		7,52		7,07	
Cont. Agua a 1" de profundidad (%)			7,36				7,12				7,07	
Cont.promd.Agua a 1" de profund.(%)			7,18				7,18				7,18	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,86		2,10		1,80		2,03		1,72		1,95	
Densidad seca (g/cm ³)	1,73		1,95		1,67		1,90		1,60		1,82	

CONTENIDO DE AGUA

	Antes de compactar		Despues de compactar		Antes de compactar		Despues de compactar		Antes de compactar		Despues de compactar	
Peso Tara (g)	18	17,2	18,4	18,6	18	17,2	18,5	18	18	17,2	18,4	18,3
Peso tara+Suelo H. (g)	113,4	110,6	98,2	98,8	113,4	110,6	92,8	104,4	113,4	110,6	105,9	120,1
Peso tara+Suelo S. (g)	107	103,8	90	89,9	107	103,8	84,6	94,8	107	103,8	93	105,4
Cont. de Agua (%)	7,19	7,85	11,45	12,48	7,19	7,85	12,41	12,50	7,19	7,85	17,29	16,88
Cont. Prom. Agua (%)	7,52		11,97		7,52		12,45		7,52		17,08	

EXPANSIÓN DEL SUELO

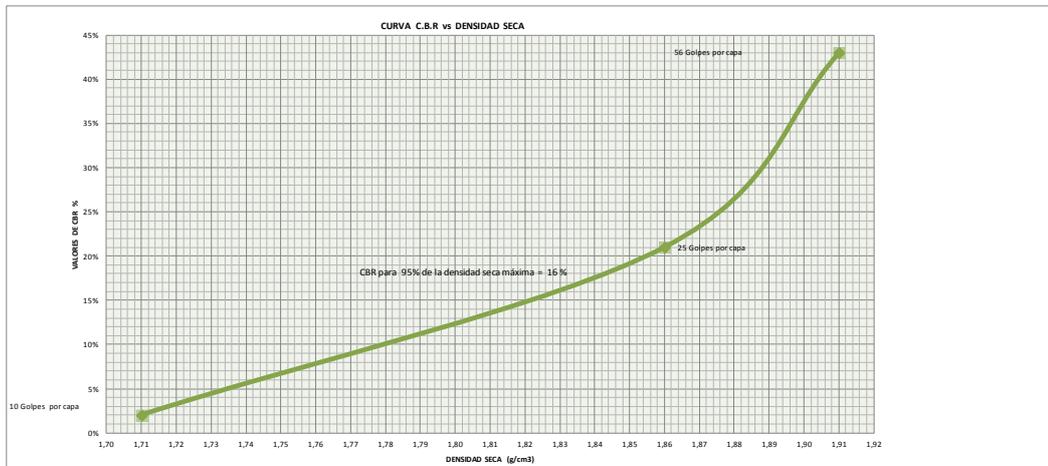
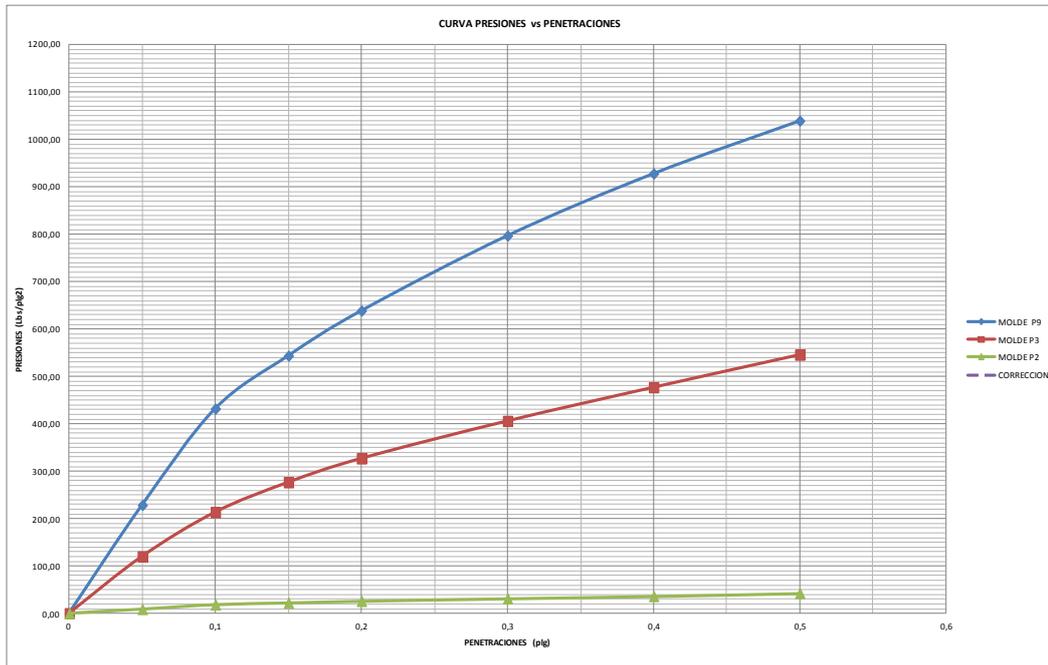
Molde Nº	P9		P3		P2	
Número de golpes por capa	56		25		10	
Sobrecarga	4,54 kg		4,54 kg		4,54 kg	
Tiempo Transcurrido (horas)	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
24	0,014	0,31	0,014	0,31	0,008	0,18
48	0,014	0,00	0,014	0,00	0,008	0,00
72	0,014	0,00	0,014	0,00	0,008	0,00
96	0,014	0,00	0,014	0,00	0,008	0,00

ENSAYE DE CARGA DEL CBR

Penetración mm	plg	Molde Nº P9			Molde NºP3			MOLDE NºP2					
		CARGA (lb)	Presiones Corregidas (lb/plg2)	Presiones estándar (lb/plg2)	valores de CBR (%)	CARGA (lb)	Presiones Corregidas (lb/plg2)	Presiones estándar (lb/plg2)	valores de CBR (%)	CARGA (lb)	Presiones Corregidas (lb/plg2)	Presiones standar(lb/plg2)	valores de CBR (%)
0	0	0	0,00	400	0	0	0,00	400	0	0	0,00	400	0
1,27	0,05	685	228,33	712,5	32	360	120,00	712,5	17	27	9,00	712,5	1
2,54	0,10	1295	431,67	1000	43	640	213,33	1000	21	56	18,67	1000	2
3,81	0,15	1630	543,33	1262,5	43	829	276,33	1262,5	22	67	22,33	1262,5	2
5,08	0,20	1915	638,33	1500	43	980	326,67	1500	22	78	26,00	1500	2
7,62	0,30	2390	796,67	1900	42	1217	405,67	1900	21	94	31,33	1900	2
10,16	0,40	2783	927,67	2300	40	1430	476,67	2300	21	109	36,33	2300	2
12,70	0,50	3117	1039,00	2600	40	1636	545,33	2600	21	128	42,67	2600	2

Tabla 120. Ensayo CBR - muestra 1

Elaborado por: Esthefany Calderón





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 4+000	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: CBR - ASTM D 1883	MUESTRA Nº: 02

GOLPES POR CAPA	50 GOLPES
Nº DE CAPAS	5 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sumergida
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm3)	2097,77
ALTURA DE LA MUESTRA EN (cm)	11,5
ENSAYO PRELIMINAR DE COMPACTACION	Proctor Modificado
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm3)	1,9
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	13,12

	P9		P3		P2	
Molde Nº	P9		P3		P2	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capa	56		25		10	
	Antes del remojo	Despues del remojo	Antes del remojo	Despues del remojo	Antes del remojo	Despues del remojo
Peso Molde (g)	7961	7961	7991	7991	7960	7960
Peso muestra húmeda+ molde (g)	12527	12627	12408	12512	12109	12314
Peso muestra húmeda (g)	4566	4666	4417	4521	4149	4354

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente Nº (TARA)	G	H	P	Q	U	V	E	F	X	Y	M	N
Peso Tara (g)	18,00	18,10	18,30	18,10	18,00	18,10	18,40	18,60	18,00	18,10	18,60	18,20
Peso tara+Suelo H. (g)	107,20	107,80	117,10	123,00	107,20	107,80	125,10	120,20	107,20	107,80	115,10	100,10
Peso tara+Suelo S. (g)	97,70	98,40	108,50	112,90	97,70	98,40	114,90	109,70	97,70	98,40	106,10	92,40
Cont. de Agua (%)	11,92	11,71	9,53	10,65	11,92	11,71	10,57	11,53	11,92	11,71	10,29	10,38
Cont. Prom. Agua (%)	11,81		10,09		11,81		11,05		11,81		10,33	
Cont. Agua a 1" de profundidad (%)			10,09				11,05				10,33	
Cont.promd.Agua a 1" de profund.(%)			10,49				10,49				10,49	

Densidad húmeda (gr/cm3)	2,18	2,22	2,11	2,16	1,98	2,08
Densidad seca (gr/cm3)	1,95	2,02	1,88	1,94	1,77	1,88

CONTENIDO DE AGUA

	Antes de compactar		Despues de compactar		Antes de compactar		Despues de compactar		Antes de compactar		Despues de compactar	
Peso Tara (g)	18	18,1	13,9	14,3	18	18,1	18,2	18,2	18	18,1	18,7	18,2
Peso tara+Suelo H. (g)	107,2	107,8	75,8	80,1	107,2	107,8	89	91,6	107,2	107,8	129,6	123,7
Peso tara+Suelo S. (g)	97,7	98,4	69,2	73,2	97,7	98,4	80,7	83,4	97,7	98,4	115,3	110
Cont. de Agua (%)	11,92	11,71	11,93	11,71	11,92	11,71	13,28	12,58	11,92	11,71	14,80	14,92
Cont. Prom. Agua (%)	11,81		11,82		11,81		12,93		11,81		14,86	

EXPANSIÓN DEL SUELO

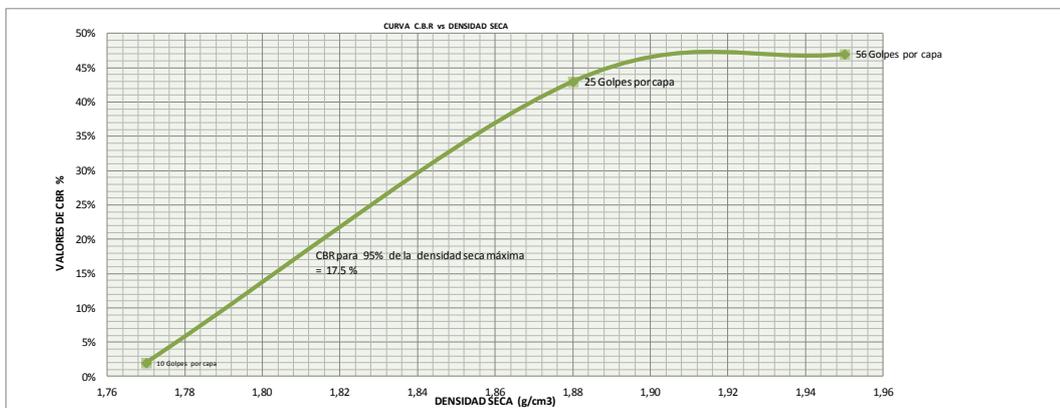
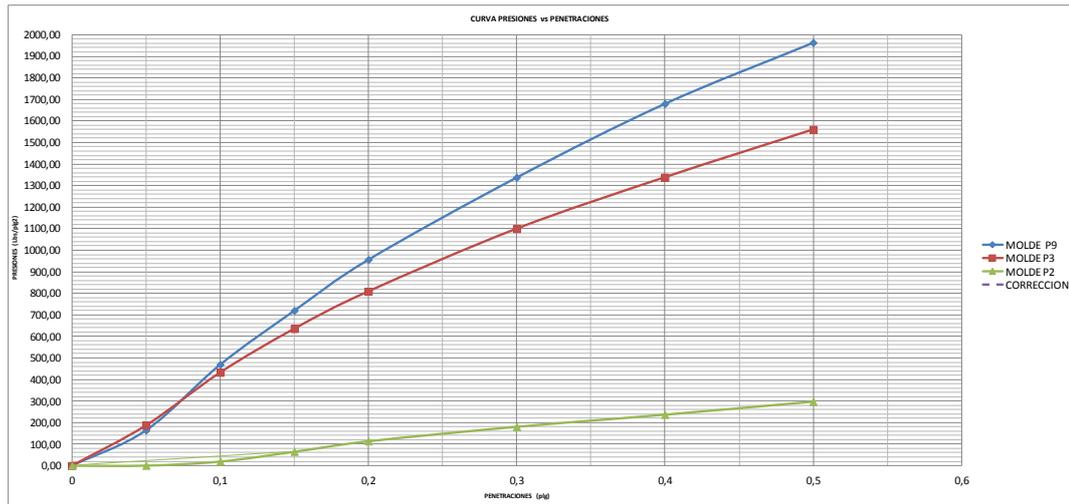
	P9		P3		P2	
Molde Nº	P9		P3		P2	
Número de golpes por capa	56		25		10	
Sobrecarga	4,54 kg		4,54 kg		4,54 kg	
	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión
Tiempo Transcurrido (horas)						
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
24	0,006	0,13	0,001	0,02	0,002	0,04
48	0,006	0,00	0,001	0,00	0,002	0,00
72	0,006	0,00	0,001	0,00	0,002	0,00
96	0,006	0,00	0,001	0,00	0,002	0,00

ENSAYE DE CARGA DEL CBR

Penetración	Molde N° P9				Molde N°P3				MOLDE N°P2			
	CARGA (mm)	Presiones Corregidas (lb/pulg ²)	Presiones estándar (lb/pulg ²)	valores de CBR (%)	CARGA (mm)	Presiones Corregidas (lb/pulg ²)	Presiones estándar (lb/pulg ²)	valores de CBR (%)	CARGA (mm)	Presiones Corregidas (lb/pulg ²)	Presiones estándar (lb/pulg ²)	valores de CBR (%)
0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0
1,27	0,05	493	712,5	23	9	387,33	712,5	26	2	0,67	401	0
2,54	0,10	1408	2000	47	1798	432,67	2000	43	59	19,67	1000	2
3,81	0,15	2159	1262,5	57	1507	635,67	1262,5	50	195	65,00	1262,5	5
5,08	0,20	2869	1500	64	2427	809,00	1500	54	341	113,67	1500	8
7,62	0,30	4013	1500	70	3299	1099,67	1500	58	542	180,67	1500	10
10,16	0,40	5240	2300	73	4025	1336,33	2300	58	711	237,00	2300	10
12,70	0,50	5880	2600	76	4680	1560,00	2600	60	892	297,33	2600	11

Tabla 121. Ensayo CBR - muestra 2

Elaborado por: Esthefany Calderón





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 6+000	PROCEDECENCIA: Subrasante
MÉTODO: CBR - ASTM D 1883	MUESTRA N°: 03

GOLPES POR CAPA	50 GOLPES
Nº DE CAPAS	5 CAPS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sumergida
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
ALTURA DE LA MUESTRA EN (cm)	11,5
ENSAYO PRELIMINAR DE COMPACTA	Proctor Modificado
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	1,82
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	11,16

Molde N°	P9		P3		P2	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capa	56		25		10	
	Antes del remojo	Despues del remojo	Antes del remojo	Despues del remojo	Antes del remojo	Despues del remojo
Peso Molde (g)	7972	7972	7967	7967	7957	7957
Peso muestra húmeda+ molde (g)	12084	12346	11918	12266	11679	12061
Peso muestra húmeda (g)	4112	4374	3951	4299	3722	4104

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente N° (TARA)	G	H	P	Q	U	V	E	F	X	Y	M	N
Peso Tara (g)	14,30	14,20	14,30	13,90	14,30	14,20	14,00	14,30	14,30	14,20	14,40	14,50
Peso tara+Suelo H. (g)	112,10	110,90	105,30	109,60	112,10	110,90	107,10	112,30	112,10	110,90	107,20	109,10
Peso tara+Suelo S. (g)	103,80	103,00	98,10	102,20	103,80	103,00	99,80	104,90	103,80	103,00	99,70	101,30
Cont. de Agua (%)	9,27	8,90	8,59	8,38	9,27	8,90	8,51	8,17	9,27	8,90	8,79	8,99
Cont. Prom. Agua (%)	9,09		8,49		9,09		8,34		9,09		8,89	
Cont. Agua a 1" de profundidad (%)			8,49				8,34				8,89	
Cont.promd.Agua a 1" de profund.(%)			8,57				8,57				8,57	

Densidad húmeda (gr/cm ³)	1,96	2,09	1,88	2,05	1,77	1,96
Densidad seca (gr/cm ³)	1,80	1,92	1,73	1,89	1,63	1,80

CONTENIDO DE AGUA

	Antes de compactar		Despues de compactar		Antes de compactar		Despues de compactar		Antes de compactar		Despues de compactar	
Peso Tara (g)	14,3	14,2	18,3	17,5	14,3	14,2	18,1	18	14,3	14,2	18,2	17,2
Peso tara+Suelo H. (g)	112,1	110,9	100,5	104	112,1	110,9	105,3	99	112,1	110,9	105,3	111
Peso tara+Suelo S. (g)	103,8	103	89	91,4	103,8	103	92,3	86,8	103,8	103	91,3	96,2
Cont. de Agua (%)	9,27	8,90	16,27	17,05	9,27	8,90	17,52	17,73	9,27	8,90	19,15	18,73
Cont. Prom. Agua (%)	9,09		16,66		9,09		17,63		9,09		18,94	

EXPANSIÓN DEL SUELO

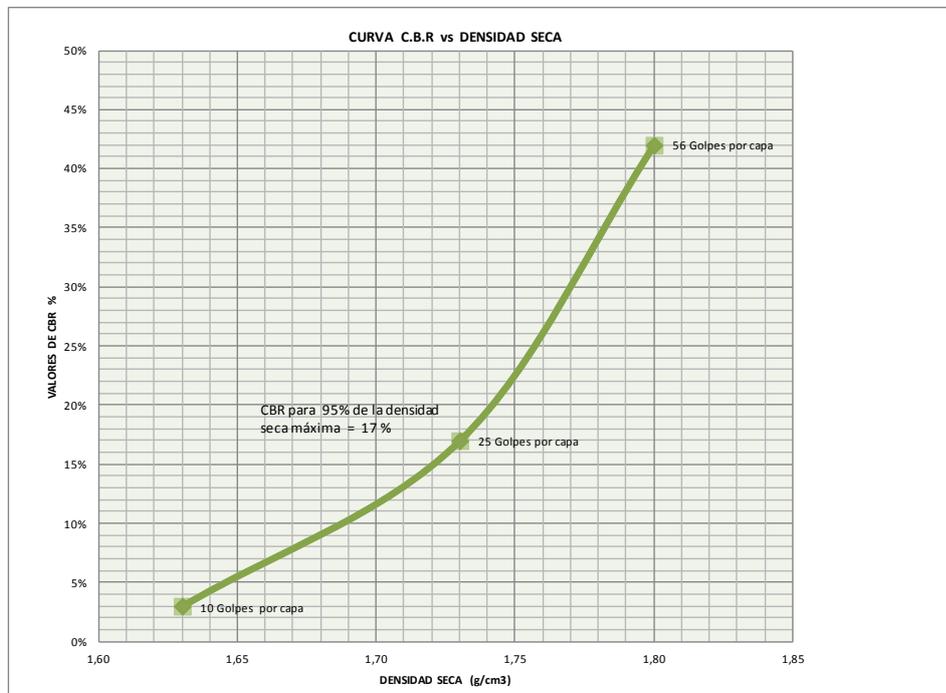
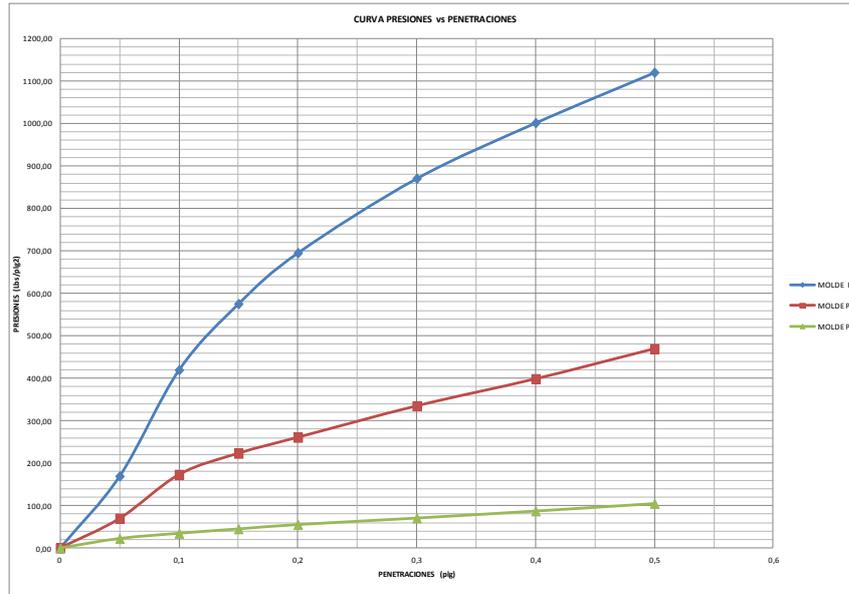
Molde N°	P9		P3		P2	
Número de golpes por capa	56		25		10	
Sobrecarga	4,54 kg		4,54 kg		4,54 kg	
Tiempo Transcurrido (horas)	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
24	0,018	0,40	0,018	0,40	0,012	0,27
48	0,018	0,00	0,018	0,00	0,012	0,00
72	0,018	0,00	0,018	0,00	0,012	0,00
96	0,018	0,00	0,018	0,00	0,012	0,00

ENSAYE DE CARGA DEL CBR

Penetración		Molde N° P9				Molde N° P3				MOLDE N° P2			
		CARGA (lb)	Presiones Corregidas (lb/plg2)	Presiones estándar (lb/plg2)	valores de CBR (%)	CARGA (lb)	Presiones Corregidas (lb/plg2)	Presiones estándar (lb/plg2)	valores de CBR (%)	CARGA (lb)	Presiones Corregidas (lb/plg2)	Presiones standar (lb/plg2)	valores de CBR (%)
0	0	0	0,00	400	0	0	0,00	400	0	0	0,00	400	0
127	0,05	508	69,33	712,5	24	209	69,67	712,5	10	67	22,33	712,5	3
254	0,10	1259	149,67	1000	42	519	173,00	1000	17	134	34,67	1000	3
381	0,15	1725	575,33	1262,5	46	669	223,00	1262,5	18	135	45,00	1262,5	4
5,08	0,20	2086	695,33	1500	46	782	260,67	1500	17	166	55,33	1500	4
7,62	0,30	2612	870,67	1900	46	1004	334,67	1900	18	212	70,67	1900	4
10,16	0,40	3005	1001,67	2300	44	1195	398,33	2300	17	262	87,33	2300	4
12,70	0,50	3361	1120,33	2600	43	1408	469,33	2600	18	315	105,00	2600	4

Tabla 122. Ensayo CBR - muestra 3

Elaborado por: Esthefany Calderón





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA CIVIL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROYECTO: Vía La Providencia - Cahuají	PROFUNDIDAD mts: 1,50
ABSCISA: 8+000	PROCEDENCIA: Subrasante
MÉTODO: CBR - ASTM D 1883	MUESTRA N°: 04

GOLPES POR CAPA	50 GOLPES
Nº DE CAPAS	5 CAPS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 Plg
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sumergida
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Granular
ORIGEN DE LA MUESTRA	Vía
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm ³)	2097,77
ALTURA DE LA MUESTRA EN (cm)	11,5
ENSAYO PRELIMINAR DE COMPACTACION	Proctor Modificado
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	1,95
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	11,8

Molde N°	P9		P3		P2	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capa	56		25		10	
	Antes del remojo	Despues del remojo	Antes del remojo	Despues del remojo	Antes del remojo	Despues del remojo
Peso Molde (g)	7974	7974	7968	7968	7966	7966
Peso muestra húmeda+ molde (g)	12482	12607	12321	12517	12094	12347
Peso muestra húmeda (g)	4508	4633	4353	4549	4128	4381

CONTENIDO DE AGUA

Recipiente N° (TARA)	G	H	P	Q	U	V	E	F	X	Y	M	N
Peso Tara (g)	14,10	14,50	13,90	14,30	14,10	14,50	14,30	14,00	14,10	14,50	14,40	14,40
Peso tara+Suelo H. (g)	116,50	118,00	117,90	117,90	116,50	118,00	120,60	118,10	116,50	118,00	114,20	111,10
Peso tara+Suelo S. (g)	108,60	109,60	110,30	110,00	108,60	109,60	112,80	110,30	108,60	109,60	106,90	104,30
Cont. de Agua (%)	8,36	8,83	7,88	8,25	8,36	8,83	7,92	8,10	8,36	8,83	7,89	7,56
Cont. Prom. Agua (%)	8,60		8,07		8,60		8,01		8,60		7,73	
Cont. Agua a 1" de profundidad (%)			8,07				8,01				7,73	
Cont.promd.Agua a 1" de profund.(%)			7,94				7,94				7,94	

Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,15	2,21	2,08	2,17	1,97	2,09
Densidad seca (gr/cm ³)	1,98	2,04	1,91	2,01	1,81	1,94

CONTENIDO DE AGUA

	Antes de compactar		Despues de compactar		Antes de compactar		Despues de compactar		Antes de compactar		Despues de compactar	
Peso Tara (g)	14,1	14,5	18,1	14,1	14,1	14,5	18,1	18,4	14,1	14,5	14,4	14,6
Peso tara+Suelo H. (g)	116,5	118	102,1	96	116,5	118	109,9	98,3	116,5	118	95,9	87,8
Peso tara+Suelo S. (g)	108,6	109,6	93,3	87,2	108,6	109,6	99,6	89,6	108,6	109,6	85,5	78,9
Cont. de Agua (%)	8,36	8,83	11,70	12,04	8,36	8,83	12,64	12,22	8,36	8,83	14,63	13,84
Cont. Prom. Agua (%)	8,60		11,87		8,60		12,43		8,60		14,23	

EXPANSIÓN DEL SUELO

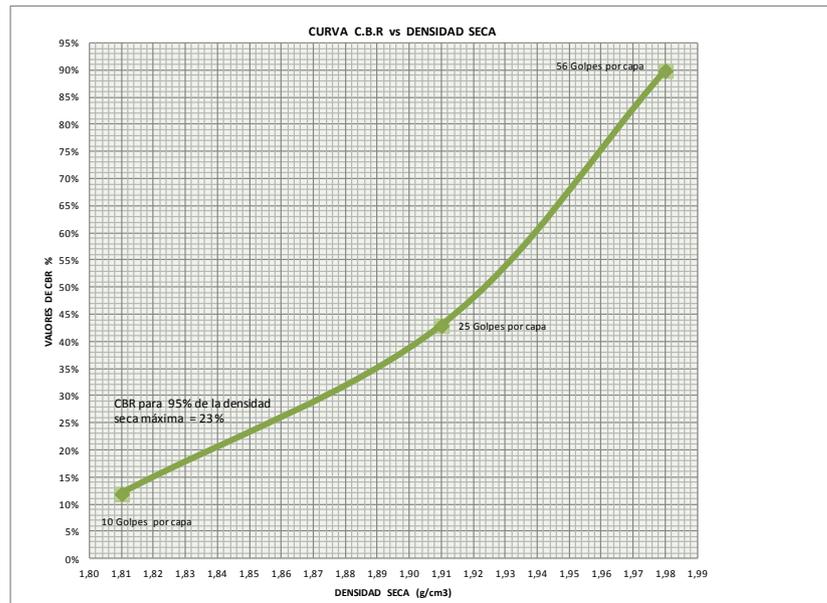
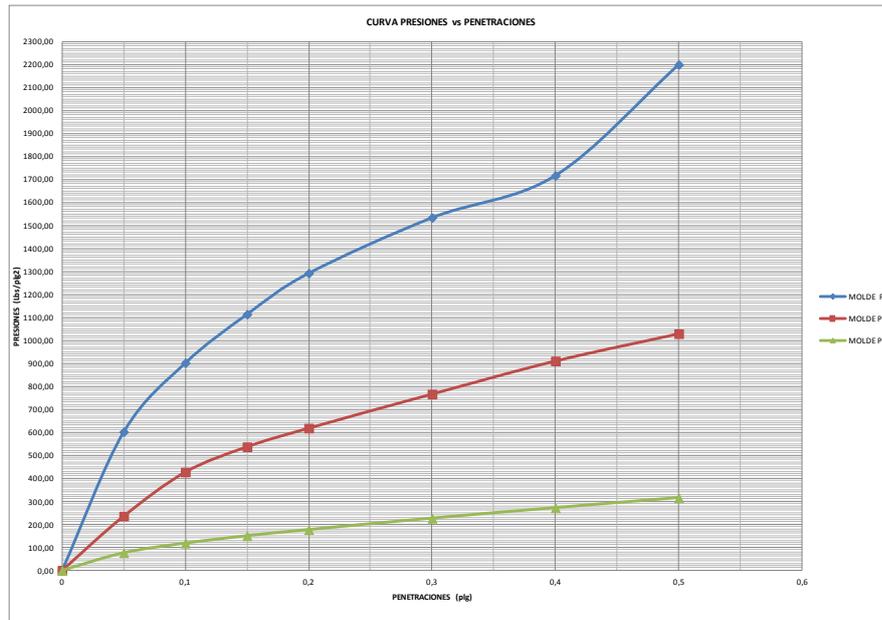
Molde N°	P9		P3		P2	
Número de golpes por capa	56		25		10	
Sobrecarga	4,54 kg		4,54 kg		4,54 kg	
Tiempo Transcurrido (horas)	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión	Lectura del deformímetro (plg)	% Expansión
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
24	0,002	0,04	0,003	0,07	0,002	0,04
48	0,002	0,00	0,0035	0,01	0,002	0,00
72	0,0025	0,01	0,0035	0,00	0,002	0,00
96	0,003	0,01	0,0035	0,00	0,002	0,00

ENSAYE DE CARGA DEL CBR

Penetración		Molde N° P9				Molde N° P3				MOLDE N° P2			
		CARGA (lb)	Presiones Corregidas (lb/plg2)	Presiones estándar (lb/plg2)	valores de CBR (%)	CARGA (lb)	Presiones Corregidas (lb/plg2)	Presiones estándar (lb/plg2)	valores de CBR (%)	CARGA (lb)	Presiones Corregidas (lb/plg2)	Presiones standar (lb/plg2)	valores de CBR (%)
0	0	0	0,00	400	0	0,00	400	0	0	0,00	400	0	
1,27	0,05	1808	602,67	712,5	85	708	236,00	712,5	33	229	76,33	712,5	
2,54	0,10	2708	902,67	1000	90	1233	427,67	1000	43	354	118,00	1000	
3,81	0,15	3343	1114,33	1262,5	88	1613	537,67	1262,5	43	450	150,00	1262,5	
5,08	0,20	3879	1293,00	1500	86	1856	618,67	1500	41	530	176,67	1500	
7,62	0,30	4604	1534,67	1900	81	2301	767,00	1900	40	679	226,33	1900	
10,16	0,40	5154	1718,00	2300	75	2732	910,67	2300	40	815	271,67	2300	
12,70	0,50	6601	2200,33	2600	85	3088	1029,33	2600	40	946	315,33	2600	

Tabla 123. Ensayo CBR - muestra 4

Elaborado por: Esthefany Calderón



9.6. Volúmenes de obra

RUBRO No. 302_1

DESBROCE Y LIMPIEZA

ABSCISA	LONGITUD	ANCHO (M)	ANCHO MEDIO (M)	AREA (M2)	AREA (HA.)
0+000,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
0+200,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
0+400,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
0+600,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
0+800,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
1+000,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
1+200,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
1+400,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
1+600,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
1+800,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
2+000,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
2+200,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
2+400,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
2+600,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
2+800,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
3+000,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
3+200,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
3+400,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
3+600,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
3+800,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
4+000,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
4+200,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
4+400,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
4+600,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
4+800,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
5+000,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
5+200,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
5+400,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
5+600,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
5+800,00		5,00			
	200,00		5,00	1.000,00	0,1000
6+000,00		5,00			

Continúa ->

ABSCISA	LONGITUD	ANCHO (M)	ANCHO MEDIO (M)	AREA (M2)	AREA (HA.)
6+400,00	200,00	5,00	5,00	1.000,00	0,1000
	200,00				
6+600,00		5,00	5,00	1.000,00	0,1000
	200,00				
6+800,00		5,00	5,00	1.000,00	0,1000
	200,00				
7+000,00		5,00	5,00	1.000,00	0,1000
	200,00				
7+200,00		5,00	5,00	1.000,00	0,1000
	200,00				
7+400,00		5,00	5,00	1.000,00	0,1000
	200,00				
7+600,00		5,00	5,00	1.000,00	0,1000
	200,00				
7+800,00		5,00	5,00	1.000,00	0,1000
	200,00				
8+000,00		5,00	5,00	1.000,00	0,1000
	200,00				
8+200,00		5,00	5,00	1.000,00	0,1000
	200,00				
8+400,00		5,00	5,00	1.000,00	0,1000
	200,00				
8+445,00		5,00	5,00	1.000,00	0,1000

SUBTOTAL 4,3000 ha.

RUBRO No. 303_2(1) EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR

KM	RAMAL PRINCIPAL			
	ACUMULADOS		VOLUMENES m3	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
0+000 - 1+000	761,93	13289,86	761,93	13289,86
1+000 - 2+000	6191,73	23199,87	5429,80	9910,01
2+000 - 3+000	6252,84	45975,25	61,11	22775,38
3+000 - 4+000	6433,68	60976,44	180,84	15001,19
4+000 - 5+000	40284,26	61075,63	33850,58	99,19
5+000 - 6+000	55643,87	93651,06	15359,61	32575,43
6+000 - 7+000	62991,88	119940,96	7348,01	26289,90
7+000 - 8+000	65474,15	178212,83	2482,27	58271,87
8+000 - 8+445	66191,95	193582,49	717,80	15369,66

VOLUMEN EXCAVACIÓN 66191,95 m3

RUBRO No. 303_2(6) Excavación sin clasificar (en suelo)

KM	RAMAL PRINCIPAL			
	ACUMULADOS		VOLUMENES m3	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
0+000 - 1+000	13289,86	761,93	761,93	13289,86
1+000 - 2+000	23199,87	6191,73	5429,80	9910,01
2+000 - 3+000	45975,25	6252,84	61,11	22775,38
3+000 - 4+000	60976,44	6433,68	180,84	15001,19
4+000 - 5+000	61075,63	40284,26	33850,58	99,19
5+000 - 6+000	93651,06	55643,87	15359,61	32575,43
6+000 - 7+000	119940,96	62991,88	7348,01	26289,90
7+000 - 8+000	178212,83	65474,15	2482,27	58271,87
8+000 - 8+445	193582,49	66191,95	717,80	15369,66

VOLUMEN EXCAVA 66191,95 m3

MATERIALS OBRANTE ESPONJAMIENTO BOTADERO

TOTAL DESALOJO 127.390,54 + 25.478,11 = 152.868,65 * 2,32 = **354.655,26**

RUBRO: 403_1(3) **SUBBASE CLASE 4 (Incluye Transporte)**

ABSCISA	ANCHO (m)	ANCHO MEDIO (m)	ESPEJOR MEDIO(m)	DISTANCIA m	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO
0+000,00	7,20					
0+300,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	270,00
0+600,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	540,00
0+900,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	810,00
1+200,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	1.080,00
1+500,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	1.350,00
1+800,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	1.620,00
2+100,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	1.890,00
2+400,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	2.160,00
2+700,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	2.430,00
3+000,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	2.700,00
3+300,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	2.970,00
3+600,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	3.240,00
3+900,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	3.510,00
4+200,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	3.780,00
4+500,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	4.050,00
4+800,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	4.320,00
5+100,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	4.590,00
5+400,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	4.860,00
5+700,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	5.130,00
6+000,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	5.400,00
6+300,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	5.670,00
6+600,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	5.940,00
6+900,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	6.210,00
7+200,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	6.480,00
7+500,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	6.750,00
7+800,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	7.020,00
8+100,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	7.290,00
8+400,00	7,20	7,20	0,125	300,00	270,00	7.560,00
8+445,00	7,20	7,20	0,125	45,00	40,50	7.600,50

SOBREANCHO

ABSCISA	RADIO	LONGITUD	ESPESOR	SOBRE ANCHO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
0+003,21	80	48,0	0,125	1,22	38,89	4,86	4,86
0+318,25	168	40,0	0,125	0,78	20,77	2,60	7,46
0+382,72	80	51,0	0,125	1,22	41,32	5,16	12,62
0+477,73	60	20,0	0,125	1,47	19,66	2,46	15,08
0+497,73	60	67,0	0,125	1,47	65,86	8,23	23,31
0+669,81	300	41,0	0,125	0,58	15,92	1,99	25,30
0+757,96	110	40,0	0,125	0,99	26,52	3,31	28,62
0+831,66	48	40,0	0,125	1,73	46,03	5,75	34,37
1+101,84	40	20,0	0,125	1,97	26,30	3,29	37,66
1+225,93	70	30,0	0,125	1,33	26,55	3,32	40,98
1+255,93	75	13,0	0,125	1,27	10,99	1,37	42,35
1+387,59	40	7,2	0,125	1,97	9,41	1,18	43,53
1+407,59	40	20,0	0,125	1,97	26,34	3,29	46,82
1+481,83	350	33,4	0,125	0,54	12,09	1,51	48,33
1+539,65	200	54,7	0,125	0,71	25,86	3,23	51,56
1+661,41	210	47,3	0,125	0,69	21,82	2,73	54,29
1+731,58	60	15,0	0,125	1,47	14,74	1,84	56,13
1+746,58	60	7,1	0,125	1,47	6,97	0,87	57,00
1+840,06	90	20,0	0,125	1,13	15,02	1,88	58,88
1+860,06	90	17,5	0,125	1,13	13,10	1,64	60,52
1+930,31	300	44,7	0,125	0,58	17,34	2,17	62,69
2+087,02	50	20,0	0,125	1,68	22,35	2,79	65,48
2+193,01	82	30,0	0,125	1,20	23,92	2,99	68,47
2+271,08	40	20,0	0,125	1,97	26,30	3,29	71,76
2+334,55	35	34,5	0,125	2,18	50,08	6,26	78,02
2+473,58	100	69,6	0,125	1,05	48,91	6,11	84,13
2+614,47	120	30,4	0,125	0,94	19,14	2,39	86,52
2+673,43	71	30,0	0,125	1,31	26,30	3,29	89,81
2+750,67	132	60,0	0,125	0,89	35,69	4,46	94,27
2+898,72	25	30,0	0,125	2,84	56,73	7,09	101,36
2+968,90	20	30,0	0,125	3,41	68,11	8,51	109,88
3+052,35	35	40,0	0,125	2,18	58,15	7,27	117,15
3+230,79	40	70,8	0,125	1,97	93,12	11,64	128,79
3+230,79	100	39,4	0,125	1,05	27,72	3,46	132,25
3+296,90	45	20,0	0,125	1,81	24,15	3,02	135,27
3+316,90	45	18,6	0,125	1,81	22,39	2,80	138,07
3+374,14	150	24,9	0,125	0,83	13,74	1,72	139,79
3+470,16	450	64,9	0,125	0,49	21,17	2,65	142,43
3+610,97	250	30,0	0,125	0,63	12,69	1,59	144,02
3+640,97	250	24,9	0,125	0,63	10,55	1,32	145,34
3+724,91	175	80,0	0,125	0,76	40,63	5,08	150,42
3+931,42	190	30,0	0,125	0,73	14,58	1,82	152,24
4+004,67	85	40,0	0,125	1,17	31,16	3,89	156,13
4+108,47	200	34,7	0,125	0,71	16,41	2,05	158,18
4+203,23	1.500	270,0	0,125	0,33	60,04	7,50	165,69
4+556,99	520	129,0	0,125	0,46	39,79	4,97	170,66
4+791,90	328	80,0	0,125	0,56	29,83	3,73	174,39
4+974,96	290	100,0	0,125	0,59	39,43	4,93	179,32
5+204,94	315	112,0	0,125	0,57	42,52	5,32	184,64
5+330,32	219	50,0	0,125	0,68	22,59	2,82	187,46
5+518,08	60	50,0	0,125	1,47	49,15	6,14	193,60
5+568,08	60	100,9	0,125	1,47	99,20	12,40	206,00
5+727,43	130	30,0	0,125	0,90	18,00	2,25	208,25
5+757,43	130	15,0	0,125	0,90	8,99	1,12	209,38
6+229,94	238	80,0	0,125	0,65	34,67	4,33	213,71
6+443,26	315	100,0	0,125	0,57	37,97	4,75	218,46
6+725,26	176	80,0	0,125	0,76	40,51	5,06	223,52
6+939,27	50	20,0	0,125	1,68	22,35	2,79	226,31
6+959,27	50	32,9	0,125	1,68	36,81	4,60	230,91
7+307,34	80	40,0	0,125	1,22	32,41	4,05	234,96
7+347,34	80	67,4	0,125	1,22	54,60	6,82	241,79
7+546,89	260	60,0	0,125	0,62	24,91	3,11	244,90
7+828,60	100	60,0	0,125	1,05	42,17	5,27	250,17
7+967,11	40	20,0	0,125	1,97	26,30	3,29	253,46
7+987,11	40	36,8	0,125	1,97	48,41	6,05	259,51
8+159,14	40	40,0	0,125	1,97	52,59	6,57	266,09

**TOTAL DEL
RUBRO=**

7.866,59

RUBRO:405(1)-1

BASE CLASE 3 (Incluye Transporte)

ABSCISA	ANCHO (m)	ANCHO MEDIO (m)	ESPEJOR MEDIO(m)	DISTANCIAS m	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO
0+000,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	144,00
0+300,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	288,00
0+600,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	432,00
0+900,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	576,00
1+200,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	720,00
1+500,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	864,00
1+800,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	1.008,00
2+100,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	1.152,00
2+400,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	1.296,00
2+700,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	1.440,00
3+000,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	1.584,00
3+300,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	1.728,00
3+600,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	1.872,00
3+900,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	2.016,00
4+200,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	2.160,00
4+500,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	2.304,00
4+800,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	2.448,00
5+100,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	2.592,00
5+400,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	2.736,00
5+700,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	2.880,00
6+000,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	3.024,00
6+300,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	3.168,00
6+600,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	3.312,00
6+900,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	3.456,00
7+200,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	3.600,00
7+500,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	3.744,00
7+800,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	3.888,00
8+100,00	6,40	6,40	0,075	300,00	144,00	4.032,00
8+400,00	6,40	6,40	0,075	45,00	21,60	4.053,60
8+445,00	6,40					

SOBREANCHO

# CURVA	RADIO	LONGITUD	ESPEJOR	SOBRE ANCHO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
0+003,21	80	48,0	0,08	1,22	38,89	2,92	2,92
0+318,25	168	40,0	0,08	0,78	20,77	1,56	4,47
0+382,72	80	51,0	0,08	1,22	41,32	3,10	7,57
0+477,73	60	20,0	0,08	1,47	19,66	1,47	9,05
0+497,73	60	67,0	0,08	1,47	65,86	4,94	13,99
0+669,81	300	41,0	0,08	0,58	15,92	1,19	15,18
0+757,96	110	40,0	0,08	0,99	26,52	1,99	17,17
0+831,66	48	40,0	0,08	1,73	46,03	3,45	20,62
1+101,84	40	20,0	0,08	1,97	26,30	1,97	22,59
1+225,93	70	30,0	0,08	1,33	26,55	1,99	24,59
1+255,93	75	13,0	0,08	1,27	10,99	0,82	25,41
1+387,59	40	7,2	0,08	1,97	9,41	0,71	26,12
1+407,59	40	20,0	0,08	1,97	26,34	1,98	28,09
1+481,83	350	33,4	0,08	0,54	12,09	0,91	29,00
1+539,65	200	54,7	0,08	0,71	25,86	1,94	30,94
1+661,41	210	47,3	0,08	0,69	21,82	1,64	32,57
1+731,58	60	15,0	0,08	1,47	14,74	1,11	33,68
1+746,58	60	7,1	0,08	1,47	6,97	0,52	34,20
1+840,06	90	20,0	0,08	1,13	15,02	1,13	35,33
1+860,06	90	17,5	0,08	1,13	13,10	0,98	36,31
1+930,31	300	44,7	0,08	0,58	17,34	1,30	37,61
2+087,02	50	20,0	0,08	1,68	22,35	1,68	39,29
2+193,01	82	30,0	0,08	1,20	23,92	1,79	41,08
2+271,08	40	20,0	0,08	1,97	26,30	1,97	43,05
2+334,55	35	34,5	0,08	2,18	50,08	3,76	46,81
2+473,58	100	69,6	0,08	1,05	48,91	3,67	50,48
2+614,47	120	30,4	0,08	0,94	19,14	1,44	51,91
2+673,43	71	30,0	0,08	1,31	26,30	1,97	53,89
2+750,67	132	60,0	0,08	0,89	35,69	2,68	56,56
2+898,72	25	30,0	0,08	2,84	56,73	4,25	60,82
2+968,90	20	30,0	0,08	3,41	68,11	5,11	65,93
3+052,35	35	40,0	0,08	2,18	58,15	4,36	70,29
3+230,79	40	70,8	0,08	1,97	93,12	6,98	77,27
3+230,79	100	39,4	0,08	1,05	27,72	2,08	79,35
3+296,90	45	20,0	0,08	1,81	24,15	1,81	81,16
3+316,90	45	18,6	0,08	1,81	22,39	1,68	82,84
3+374,14	150	24,9	0,08	0,83	13,74	1,03	83,87
3+470,16	450	64,9	0,08	0,49	21,17	1,59	85,46
3+610,97	250	30,0	0,08	0,63	12,69	0,95	86,41
3+640,97	250	24,9	0,08	0,63	10,55	0,79	87,20
3+724,91	175	80,0	0,08	0,76	40,63	3,05	90,25
3+931,42	190	30,0	0,08	0,73	14,58	1,09	91,34
4+004,67	85	40,0	0,08	1,17	31,16	2,34	93,68
4+108,47	200	34,7	0,08	0,71	16,41	1,23	94,91
4+203,23	1.500	270,0	0,08	0,33	60,04	4,50	99,41
4+556,99	520	129,0	0,08	0,46	39,79	2,98	102,40
4+791,90	328	80,0	0,08	0,56	29,83	2,24	104,64
4+974,96	290	100,0	0,08	0,59	39,43	2,96	107,59
5+204,94	315	112,0	0,08	0,57	42,52	3,19	110,78
5+330,32	219	50,0	0,08	0,68	22,59	1,69	112,48
5+518,08	60	50,0	0,08	1,47	49,15	3,69	116,16
5+568,08	60	100,9	0,08	1,47	99,20	7,44	123,60
5+727,43	130	30,0	0,08	0,90	18,00	1,35	124,95
5+757,43	130	15,0	0,08	0,90	8,99	0,67	125,63
6+229,94	238	80,0	0,08	0,65	34,67	2,60	128,23
6+443,26	315	100,0	0,08	0,57	37,97	2,85	131,07
6+725,26	176	80,0	0,08	0,76	40,51	3,04	134,11
6+939,27	50	20,0	0,08	1,68	22,35	1,68	135,79
6+959,27	50	32,9	0,08	1,68	36,81	2,76	138,55
7+307,34	80	40,0	0,08	1,22	32,41	2,43	140,98
7+347,34	80	67,4	0,08	1,22	54,60	4,09	145,07
7+546,89	260	60,0	0,08	0,62	24,91	1,87	146,94
7+828,60	100	60,0	0,08	1,05	42,17	3,16	150,10
7+967,11	40	20,0	0,08	1,97	26,30	1,97	152,08
7+987,11	40	36,8	0,08	1,97	48,41	3,63	155,71
8+159,14	40	40,0	0,08	1,97	52,59	3,94	159,65

TOTAL DEL RUBRO= 4213,2526

RUBROS:405-2(1)

IMPRIMACION ASFALTO RC=250

ABSCISA	ANCHO (M)	ANCHO MEDIO (M)	DISTANCIAS	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	LITROS	LITROS ACUMULADOS
0+000,00	6,00						
		6,00	300,00	1.800,00	1.800,00		
0+300,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	3.600,00		
0+600,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	5.400,00	3.600,00	3.615,00
0+900,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	7.200,00		
1+200,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	9.000,00	3.600,00	3.615,00
1+500,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	10.800,00		
1+800,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	12.600,00	3.600,00	3.615,00
2+100,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	14.400,00		
2+400,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	16.200,00	3.600,00	3.615,00
2+700,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	18.000,00		
3+000,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	19.800,00	3.600,00	3.615,00
3+300,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	21.600,00		
3+600,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	23.400,00	3.600,00	3.615,00
3+900,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	25.200,00		
4+200,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	27.000,00	3.600,00	3.615,00
4+500,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	28.800,00		
4+800,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	30.600,00	3.600,00	3.615,00
5+100,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	32.400,00		
5+400,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	34.200,00	3.600,00	3.615,00
5+700,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	36.000,00		
6+000,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	37.800,00	3.600,00	3.615,00
6+300,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	39.600,00		
6+600,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	41.400,00	3.600,00	3.615,00
6+900,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	43.200,00		
7+200,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	45.000,00	3.600,00	3.615,00
7+500,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	46.800,00		
7+800,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	48.600,00	3.600,00	3.615,00
8+100,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	50.400,00		
8+400,00	6,00						

46800

46995 It

RUBROS: 405-5

CARPETA ASFALTICA e= 5,00 cm.

ABSCISA	ANCHO (M)	ANCHO MEDIO (M)	DISTANCIA (m)	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA
0+000,00	6,00				
0+300,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	1.800,00
0+600,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	3.600,00
0+900,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	5.400,00
1+200,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	7.200,00
1+500,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	9.000,00
1+800,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	10.800,00
2+100,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	12.600,00
2+400,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	14.400,00
2+700,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	16.200,00
3+000,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	18.000,00
3+300,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	19.800,00
3+600,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	21.600,00
3+900,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	23.400,00
4+200,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	25.200,00
4+500,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	27.000,00
4+800,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	28.800,00
5+100,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	30.600,00
5+400,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	32.400,00
5+700,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	34.200,00
6+000,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	36.000,00
6+300,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	37.800,00
6+600,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	39.600,00
6+900,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	41.400,00
7+200,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	43.200,00
7+500,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	45.000,00
7+800,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	46.800,00
8+100,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	48.600,00
8+400,00	6,00	6,00	300,00	1.800,00	50.400,00
8+445,00	6,00		45,00	270,00	50.670,00

SOBREANCHOS

ABSCISA	RADIO	LONGITUD	SOBRE ANCHO	AREA	AREA ACUMULADA
0+003,21	80	48,0	1,22	38,89	38,89
0+318,25	168	40,0	0,78	20,77	59,66
0+382,72	80	51,0	1,22	41,32	100,98
0+477,73	60	20,0	1,47	19,66	120,64
0+497,73	60	67,0	1,47	65,86	186,50
0+669,81	300	41,0	0,58	15,92	202,41
0+757,96	110	40,0	0,99	26,52	228,93
0+831,66	48	40,0	1,73	46,03	274,95
1+101,84	40	20,0	1,97	26,30	301,25
1+225,93	70	30,0	1,33	26,55	327,80
1+255,93	75	13,0	1,27	10,99	338,79
1+387,59	40	7,2	1,97	9,41	348,20
1+407,59	40	20,0	1,97	26,34	374,54
1+481,83	350	33,4	0,54	12,09	386,63
1+539,65	200	54,7	0,71	25,86	412,49
1+661,41	210	47,3	0,69	21,82	434,31
1+731,58	60	15,0	1,47	14,74	449,06
1+746,58	60	7,1	1,47	6,97	456,03
1+840,06	90	20,0	1,13	15,02	471,05
1+860,06	90	17,5	1,13	13,10	484,15
1+930,31	300	44,7	0,58	17,34	501,49
2+087,02	50	20,0	1,68	22,35	523,84
2+193,01	82	30,0	1,20	23,92	547,76
2+271,08	40	20,0	1,97	26,30	574,05
2+334,55	35	34,5	2,18	50,08	624,14
2+473,58	100	69,6	1,05	48,91	673,05
2+614,47	120	30,4	0,94	19,14	692,19
2+673,43	71	30,0	1,31	26,30	718,49
2+750,67	132	60,0	0,89	35,69	754,18
2+898,72	25	30,0	2,84	56,73	810,91
2+968,90	20	30,0	3,41	68,11	879,02
3+052,35	35	40,0	2,18	58,15	937,17
3+230,79	40	70,8	1,97	93,12	1.030,29
3+230,79	100	39,4	1,05	27,72	1.058,00
3+296,90	45	20,0	1,81	24,15	1.082,15
3+316,90	45	18,6	1,81	22,39	1.104,54
3+374,14	150	24,9	0,83	13,74	1.118,29
3+470,16	450	64,9	0,49	21,17	1.139,46
3+610,97	250	30,0	0,63	12,69	1.152,15
3+640,97	250	24,9	0,63	10,55	1.162,70
3+724,91	175	80,0	0,76	40,63	1.203,33
3+931,42	190	30,0	0,73	14,58	1.217,91
4+004,67	85	40,0	1,17	31,16	1.249,07
4+108,47	200	34,7	0,71	16,41	1.265,48
4+203,23	1.500	270,0	0,33	60,04	1.325,52
4+556,99	520	129,0	0,46	39,79	1.365,31
4+791,90	328	80,0	0,56	29,83	1.395,14
4+974,96	290	100,0	0,59	39,43	1.434,57
5+204,94	315	112,0	0,57	42,52	1.477,09
5+330,32	219	50,0	0,68	22,59	1.499,68
5+518,08	60	50,0	1,47	49,15	1.548,83
5+568,08	60	100,9	1,47	99,20	1.648,02
5+727,43	130	30,0	0,90	18,00	1.666,02
5+757,43	130	15,0	0,90	8,99	1.675,01
6+229,94	238	80,0	0,65	34,67	1.709,68
6+443,26	315	100,0	0,57	37,97	1.747,65
6+725,26	176	80,0	0,76	40,51	1.788,16
6+939,27	50	20,0	1,68	22,35	1.810,50
6+959,27	50	32,9	1,68	36,81	1.847,31
7+307,34	80	40,0	1,22	32,41	1.879,72
7+347,34	80	67,4	1,22	54,60	1.934,32
7+546,89	260	60,0	0,62	24,91	1.959,22
7+828,60	100	60,0	1,05	42,17	2.001,40
7+967,11	40	20,0	1,97	26,30	2.027,69
7+987,11	40	36,8	1,97	48,41	2.076,11
8+159,14	40	40,0	1,97	52,59	2.128,70

TOTAL RUBRO 52.798,70 m2

RUBRO: 307-2(1)

EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS

EXCAVACION PARA CABEZALES

ABSCISA	ESTRUCTURA	ANCHO 1	ANCHO 2	ANCHO MEDIO	ALTURA 1	ALTURA 2	ALTURA PROM.	LONGITUD	VOLUMEN (m3)
0+500,00	ENTRADA-CAJÓN	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
	SALIDA-ALAS	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
1+760,00	ENTRADA-CAJON	1,60	2,00	1,80	2,00	2,00	2,00	2,00	7,20
	SALIDA-ALAS	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
2+040,00	ENTRADA-CAJON	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
	SALIDA-ALAS	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
2+580,00	ENTRADA-CAJON	1,60	2,00	1,80	2,00	2,00	2,00	2,00	7,20
	SALIDA-ALAS	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
3+000,00	ENTRADA-CAJON	1,60	2,00	1,80	2,00	2,00	2,00	2,00	7,20
	SALIDA-ALAS	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
3+800,00	ENTRADA-CAJON	1,60	2,00	1,80	2,00	2,00	2,00	2,00	7,20
	SALIDA-ALAS	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
4+400,00	ENTRADA-CAJON	1,60	2,00	1,80	2,00	2,00	2,00	2,00	7,20
	SALIDA-ALAS	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
5+200,00	ENTRADA-CAJÓN	1,60	2,00	1,80	2,00	2,00	2,00	2,00	7,20
	SALIDA-ALAS	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
	ENTRADA-CAJÓN	1,60	2,00	1,80	2,00	2,00	2,00	2,00	7,20

6+000,00									
	SALIDA-ALAS	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
ABSCISA	ESTRUCTURA	ANCHO 1	ANCHO 2	ANCHO MEDIO	ALTURA 1	ALTURA 2	ALTURA PROM.	LONGITUD	VOLUMEN (m3)

6+640,00	ENTRADA-CAJÓN	1,60	2,00	1,80	2,00	2,00	2,00	2,00	7,20
	SALIDA-ALAS	1,76	2,96	2,36	1,55	1,55	1,55	1,60	5,85
7+840,00	ENTRADA-CAJON	3,56	2,36	2,96	2,15	2,15	2,15	1,60	10,18
	SALIDA-ALAS	3,56	2,36	2,96	2,15	2,15	2,15	1,60	10,18

TOTAL: 148,20

RUBRO: 503 (5)a

Hormigón Simple f'c=180 kg/cm2 (Cunetas)

CUNETA AL PIE DE CORTE

ABSCISA	LADO DERECHO	LADO IZQUIERDO
0+000,00		
1+160,00	1.160,00	1.160,00
1+190,00	30,00	
4+700,00	3.510,00	3.510,00
7+620,00	2.920,00	
8+378,00	758,00	758,00

SUMAN: 8.378,00 5.428,00 ML

SUMA TOTAL: 13.806,00 ML
 SECCIÓN: 0,14 M2
TOTAL 1.988,06 M3

TOTAL 1.988,06 M3

RUBRO: 503 (5)a

Hormigón Simple f'c=210 Kg/cm2 Incluye Encofrado

	LONGITUD m	ESPEJOR m	ALTURA m	(-) TUBERIA m3	VOLUMEN m3
ALCANTARILLA Km. 0+500					
ENTRADA:	CAJÓN				
Cabezal	2,00	0,20	1,80		0,72
Muro ala derecha	2,00	0,20	1,80	-0,23	0,49
Muro ala izquierda	1,20	0,20	1,80		0,43
Replantillo	1,20	0,20	1,80		0,43
Pantalla	2,00	0,20	1,60		0,64
SALIDA:	CABEZAL				
Cabezal	1,76	0,20	0,35		0,12
Muro ala derecha	1,20	0,20	0,60		0,14
Muro ala izquierda	1,20	0,20	0,60		0,14
Replantillo	1,30	0,20	2,56		0,67
Pantalla	1,76	0,20	1,20	-0,23	0,20
				Sub-Total:	3,98 m3.
ALCANTARILLA Km. 1+760					
ENTRADA:	CAJÓN				
Pared posterior	2,00	0,20	1,80		0,72
Pared frontal	2,00	0,20	1,80	-0,23	0,49
Lado 1	1,20	0,20	1,80		0,43
Lado 2	1,20	0,20	1,80		0,43
Replantillo	2,00	0,20	1,60		0,64
SALIDA:	CABEZAL				
Cabezal	1,76	0,20	0,35		0,12
Muro ala derecha	1,20	0,20	0,60		0,14
Muro ala izquierda	1,20	0,20	0,60		0,14
Replantillo	1,30	0,20	2,56		0,67
Pantalla	1,76	0,20	1,20	-0,23	0,20
				Sub-Total:	3,98 m3.

ALCANTARILLA Km. 2+040					
ENTRADA:	CAJÓN				
Cabezal	2,00	0,20	1,80		0,72
Muro ala derecha	2,00	0,20	1,80	-0,23	0,49
Muro ala izquierda	1,20	0,20	1,80		0,43
Replantillo	1,20	0,20	1,80		0,43
Pantalla	2,00	0,20	1,60		0,64
SALIDA:	CABEZAL				
Cabezal	1,76	0,20	0,35		0,12
Muro ala derecha	1,20	0,20	0,60		0,14
Muro ala izquierda	1,20	0,20	0,60		0,14
Replantillo	1,30	0,20	2,56		0,67
Pantalla	1,76	0,20	1,20	-0,23	0,20
				Sub-Total:	3,98 m3.
ALCANTARILLA Km. 2+580					
ENTRADA:	CAJÓN				
Pared posterior	2,00	0,20	1,80		0,72
Pared frontal	2,00	0,20	1,80	-0,23	0,49
Lado 1	1,20	0,20	1,80		0,43
Lado 2	1,20	0,20	1,80		0,43
Replantillo	2,00	0,20	1,60		0,64
SALIDA:	CABEZAL				
Cabezal	1,76	0,20	0,35		0,12
Muro ala derecha	1,20	0,20	0,60		0,14
Muro ala izquierda	1,20	0,20	0,60		0,14
Replantillo	1,30	0,20	2,56		0,67
Pantalla	1,76	0,20	1,20	-0,23	0,20
				Sub-Total:	3,98 m3.
ALCANTARILLA Km. 3+000					
ENTRADA:	CAJÓN				
Pared posterior	2,00	0,20	1,80		0,72
Pared frontal	2,00	0,20	1,80	-0,23	0,49
Lado 1	1,20	0,20	1,80		0,43
Lado 2	1,20	0,20	1,80		0,43
Replantillo	2,00	0,20	1,60		0,64
SALIDA:	CABEZAL				
Cabezal	1,76	0,20	0,35		0,12
Muro ala derecha	1,20	0,20	0,60		0,14
Muro ala izquierda	1,20	0,20	0,60		0,14
Replantillo	1,30	0,20	2,56		0,67
Pantalla	1,76	0,20	1,20	-0,23	0,20
				Sub-Total:	3,98 m3.
ALCANTARILLA Km. 3+800					
ENTRADA:	CAJÓN				
Pared posterior	2,00	0,20	1,80		0,72
Pared frontal	2,00	0,20	1,80	-0,23	0,49
Lado 1	1,20	0,20	1,80		0,43
Lado 2	1,20	0,20	1,80		0,43
Replantillo	2,00	0,20	1,60		0,64
SALIDA:	CABEZAL				
Cabezal	1,76	0,20	0,35		0,12
Muro ala derecha	1,20	0,20	0,60		0,14
Muro ala izquierda	1,20	0,20	0,60		0,14
Replantillo	1,30	0,20	2,56		0,67
Pantalla	1,76	0,20	1,20	-0,23	0,20
				Sub-Total:	3,98 m3.

ALCANTARILLA Km. 4+400					
ENTRADA:	CAJÓN				
Pared posterior	2,00	0,20	1,80		0,72
Pared frontal	2,00	0,20	1,80	-0,23	0,49
Lado 1	1,20	0,20	1,80		0,43
Lado 2	1,20	0,20	1,80		0,43
Replanto	2,00	0,20	1,60		0,64
SALIDA:	CABEZAL				
Cabezal	1,76	0,20	0,35		0,12
Muro ala derecha	1,20	0,20	0,60		0,14
Muro ala izquierda	1,20	0,20	0,60		0,14
Replanto	1,30	0,20	2,56		0,67
Pantalla	1,76	0,20	1,20	-0,23	0,20
				Sub-Total:	3,98
ALCANTARILLA Km. 5+200					
ENTRADA:	CAJÓN				
Pared posterior	2,00	0,20	1,80		0,72
Pared frontal	2,00	0,20	1,80	-0,23	0,49
Lado 1	1,20	0,20	1,80		0,43
Lado 2	1,20	0,20	1,80		0,43
Replanto	2,00	0,20	1,60		0,64
SALIDA:	CABEZAL				
Cabezal	1,76	0,20	0,35		0,12
Muro ala derecha	1,20	0,20	0,60		0,14
Muro ala izquierda	1,20	0,20	0,60		0,14
Replanto	1,30	0,20	2,56		0,67
Pantalla	1,76	0,20	1,20	-0,23	0,20
				Sub-Total:	3,98
ALCANTARILLA Km. 6+000					
ENTRADA:	CAJÓN				
Pared posterior	2,00	0,20	1,80		0,72
Pared frontal	2,00	0,20	1,80	-0,23	0,49
Lado 1	1,20	0,20	1,80		0,43
Lado 2	1,20	0,20	1,80		0,43
Replanto	2,00	0,20	1,60		0,64
SALIDA:	CABEZAL				
Cabezal	1,76	0,20	0,35		0,12
Muro ala derecha	1,20	0,20	0,60		0,14
Muro ala izquierda	1,20	0,20	0,60		0,14
Replanto	1,30	0,20	2,56		0,67
Pantalla	1,76	0,20	1,20	-0,23	0,20
				Sub-Total:	3,98
ALCANTARILLA Km. 6+640					
ENTRADA:	CAJÓN				
Pared posterior	2,00	0,20	1,80		0,72
Pared frontal	2,00	0,20	1,80	-0,23	0,49
Lado 1	1,20	0,20	1,80		0,43
Lado 2	1,20	0,20	1,80		0,43
Replanto	2,00	0,20	1,60		0,64
SALIDA:	CABEZAL				
Cabezal	1,76	0,20	0,35		0,12
Muro ala derecha	1,20	0,20	0,60		0,14
Muro ala izquierda	1,20	0,20	0,60		0,14
Replanto	1,30	0,20	2,56		0,67
Pantalla	1,76	0,20	1,20	-0,23	0,20
				Sub-Total:	3,98

m3.

m3.

m3.

m3.

ALCANTARILLA Km. 7+840					
ENTRADA:	CAJÓN				
Cabezal	2,00	0,20	1,80		0,72
Muro ala derecha	2,00	0,20	1,80	-0,23	0,49
Muro ala izquierda	1,20	0,20	1,80		0,43
Replantillo	1,20	0,20	1,80		0,43
Pantalla	2,00	0,20	1,60		0,64
SALIDA:	CABEZAL				
Cabezal	1,76	0,20	0,35		0,12
Muro ala derecha	1,80	0,20	0,90		0,32
Muro ala izquierda	1,80	0,20	0,90		0,32
Replantillo	1,90	0,20	3,16		1,20
Pantalla	1,76	0,20	1,80	-0,51	0,12
				Sub-Total:	4,79 m3.

TOTAL

44,59 m3.

RUBRO:602-(2A)a

SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA D=1.2

ABSCISA	DIAMETRO	LONGITUD
0+500,00	1,20	8,00
1+760,00	1,20	8,00
2+040,00	1,20	8,00
2+580,00	1,20	8,00
3+000,00	1,20	8,00
3+800,00	1,20	8,00
4+400,00	1,20	8,00
5+200,00	1,20	8,00
6+000,00	1,20	8,00
6+640,00	1,20	8,00
7+840,00	1,20	8,00
	TOTAL	88,00

9.3. Especificaciones técnicas

228-1.01. MOVILIZACIÓN E INSTALACIÓN

Descripción.- Esta operación consistirá en llevar al sitio de la obra al personal y equipo necesario para la ejecución de la misma, además se incluirá la provisión de equipo de laboratorio para el uso de la Fiscalización en el control de los trabajos, si así se estipula en las especificaciones especiales.

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.

El Contratante podrá requerir el suministro de equipo de laboratorio en beneficio de la fiscalización, en cuyo caso el listado de equipo será incluido en los documentos contractuales. También podrá incluirse el requerimiento de que el Contratista suministre vehículos para el uso del personal de la fiscalización.

Movilización de equipo.- El Contratista deberá hacer todos los arreglos necesarios con miras al oportuno embarque y transporte de sus plantas, maquinarias, vehículos y demás bienes que constituyen su equipo de construcción aprobado, a fin de que las varias unidades lleguen al lugar de la obra con suficiente anticipación y asegurar el avance normal de los trabajos, de acuerdo al programa de trabajo aprobado.

Cualquier unidad de equipo cuya capacidad y rendimiento no sean adecuados, deberá ser reemplazada por otra que demuestre ser satisfactoria.

Medición.- Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa, o sea, los montos globales incluidos en el Contrato.

Pago.- La suma global que consta en el contrato como pago por concepto de movilización será desembolsada en forma escalonada, de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103-5.05 de estas especificaciones. Las sumas globales establecidas en el

contrato para la provisión vehículos y equipo de laboratorio, cuando estos rubros estén incluidos en el contrato, serán pagadas una vez terminados los trabajos (y entregados los equipos, vehículos e instrumentos especificados) a satisfacción del Fiscalizador, salvo que en los documentos contractuales se estipule otra forma de pago.

Las sumas globales que consten en el contrato para los rubros abajo designados constituirán la compensación total por toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y operaciones conexas, en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

En caso de haber una rescisión del contrato, una parte del valor pagado al Contratista por movilización será reembolsada al Contratante. En estas circunstancias, el Contratista tendrá derecho a retener solamente la proporción de la suma global de este rubro, que corresponde a la relación entre el monto pagado por los rubros trabajados y el monto total del presupuesto del contrato.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
228-1 (1) Movilización	Suma global
228-1 (2) Equipos para laboratorios de suelos.....	Suma global
228-1 (3) Suministro de vehículos para fiscalización.....	Suma global

El plazo de entrega de los laboratorios y vehículos , no será mayor a la décima parte del plazo contractual para la ejecución de la obra, salvo que en el contrato se estipule otro plazo.

302. DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

Descripción.- Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes Especificaciones y los demás documentos contractuales. En las zonas indicadas en los planos o por el

Fiscalizador, se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tocones y hojarasca. También se incluyen en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador; así como la disposición, en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente de la operación de desbroce, desbosque y limpieza.

Estos trabajos incluirán todas las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las afueras de la misma, que estén señaladas en los planos o por el Fiscalizador, como fuentes designadas u opcionales de materiales de construcción. Además comprenderán la remoción de obstáculos misceláneos, conforme se estipula en la subsección 301-2, en caso de no estar incluidos en el contrato los rubros anotados en dicha Sección.

Este trabajo contemplará también la conservación, evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse.

Procedimientos de trabajo.- El desbroce, desbosque y limpieza se efectuarán por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, tala, repique y cualquier otro procedimiento que de resultados que el Fiscalizador considere satisfactorios. Por lo general, se efectuará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes. En todo caso, se pagará al contratista solamente por los trabajos efectuados dentro de los límites de Desbroce, Desbosque y Limpieza señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

Cuando en el contrato se prevea la conservación y colocación en áreas de siembra, de la capa de tierra vegetal, este material será almacenado en sitios aprobados por el Fiscalizador, hasta su incorporación a la obra nueva, y todo el trabajo de transporte, almacenamiento y colocación será pagado de acuerdo a lo estipulado en la Secciones 206 y 207 de estas Especificaciones.

En las zonas de excavaciones o de terraplenes de altura inferior a 2 m. deberán removerse y desecharse todos los troncos, tocones, raíces, vegetación en general y material calificado por el Fiscalizador como inadecuado, y si en los documentos contractuales se lo exige, remover y almacenar para su uso posterior la capa de tierra vegetal superficial.

En las zonas que deben cubrirse por terraplenes de altura superior a 2 m. la tala de árboles se podrá realizar de modo que el corte se haga a una altura no mayor a 20 cm. sobre la superficie del terreno natural; los arbustos y maleza se eliminarán por completo y el césped se deberá cortar al ras. Los árboles deberán ser removidos por completo en los lugares donde esté prevista la construcción de estructuras o subdrenes, pilotes, excavación en forma escalonada para terraplenado, remoción de capa de tierra vegetal o la remoción de material inadecuado.

En las zonas que deban ser cubiertas por terraplenes y en que haya que eliminar la capa vegetal, material inadecuado, tocones o raíces, se emparejará y compactará la superficie resultante luego de eliminar tales materiales. El relleno y la compactación se efectuará de acuerdo con lo estipulado en la subsección 305-1.

El destronque de zonas para cunetas, rectificaciones de canales o cauces, se efectuará hasta obtener la profundidad necesaria para ejecutar la excavación correspondiente a estas superficies.

En las áreas fuera de los límites de construcción y dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, los troncos se cortarán en lo posible, al ras del terreno natural; pero en ningún caso se los dejará de una altura mayor de 30 cm. No se requerirá en estas áreas la remoción de arbustos ni de otra vegetación que no sea árboles.

Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes. Al respecto, deberán acatarse las estipulaciones pertinentes en

la subsección 102-3 "Relaciones Legales y Responsabilidades Generales" de estas especificaciones.

No podrá iniciarse el movimiento de tierras en ningún tramo del proyecto mientras las operaciones de Desbroce, Desbosque y Limpieza de las áreas señaladas en dicho tramo no hayan sido totalmente concluidas, en forma satisfactoria al Fiscalizador y de acuerdo con el programa de trabajo aprobado.

Disposición de materiales removidos.- Todos los materiales no aprovechables provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, serán retirados y depositados en los sitios indicados en los planos o escogidos por el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador. No se permitirá el depósito de residuos ni escombros en áreas dentro del derecho de vía, donde sería visible desde el camino terminado, a menos que se los entierre o coloque de tal manera que no altere el paisaje. Tampoco se permitirá que se quemé los materiales removidos.

Cualquier material cuya recuperación esté prevista en los documentos contractuales u ordenada por el Fiscalizador será almacenado para uso posterior, de acuerdo a las estipulaciones del contrato y las instrucciones del Fiscalizador.

Cualquier madera aprovechable que se encuentre dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, será de propiedad de la obra y para su uso en ella, y cualquier excedente se entregará en las bodegas del MOP más cercanas.

Medición.- La cantidad a pagarse por el Desbroce, Desbosque y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al Contratista.

Pago.- La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio unitario contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por la eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección, incluyendo la remoción y disposición de obstáculos misceláneos, cuando no haya en el contrato los rubros de pago para tales trabajos.

Cuando en el contrato no se incluya el rubro de Desbroce, Desbosque y Limpieza, se considerará que todos estos trabajos que sean requeridos serán pagados por los precios contractuales para la excavación y relleno.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
302-1 Desbroce, Desbosque y Limpieza.....	Hectárea

303. EXCAVACION Y RELLENO

Generalidades.

Descripción.- Estos trabajos consistirán en excavación, transporte, desecho, colocación, manipuleo, humedecimiento y compactación del material necesario a remover en zonas de corte y a colocar en zonas de relleno para lograr la construcción de la obra básica, estructuras de drenaje y todo trabajo de movimiento de tierras que no sea incluido en la subsección 301-2 y que sea requerido en la construcción del camino, de acuerdo con los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

Todo el material aprovechable de las excavaciones será utilizado en la construcción de terraplenes, diques y otros rellenos, conforme se estipule en los documentos contractuales o indique el Fiscalizador. Cualquier material excedente y material inadecuado que hubiese, serán utilizados o desechados de acuerdo a lo estipulado en los numerales 303-2.02.4 y 303-2.02.5 respectivamente.

La remoción de cualquier capa existente de subbase, base o superficie de rodadura, excepto pavimento de hormigón, será considerado como parte de la excavación correspondiente al sector en que se encuentran dichas capas, y no se efectuará ningún pago aparte por tal remoción.

Ensayos y Tolerancias.- Para el control de la compactación de suelos de cimentación a nivel de subrasante y más abajo en corte, y cada capa de suelo que se utilice en rellenos o en la construcción de terraplenes, el Fiscalizador determinará para cada suelo distinto, con excepción de las zonas de alta pluviosidad en la región oriental del país y del material pedregoso que a juicio del Fiscalizador no es susceptible a ensayos de humedad-densidad, la densidad máxima de laboratorio de acuerdo al método de ensayo, AASHO T-180, método D, con la modificación permitida en cuanto al reemplazo de material retenido en el tamiz de 3/4" (19.0 mm.), por material retenido en el número 4 (4.75 mm.).

Los ensayos de granulometría, límites "ATERBERG", valor soporte (CBR) y cualquier otro que fuera especificado en las disposiciones especiales, se efectuará de acuerdo a los procedimientos pertinentes establecidos en las Normas INEN y a su falta en las Normas AASHTO, excepto cuando en casos especiales se estipula otro método en los documentos contractuales.

El control de la densidad en la obra será llevado a cabo por el Fiscalizador, de acuerdo a los siguientes métodos:

- a) Método del Cono y Arena, según AASHO 191-61;
- b) Método volumétrico, según AASHO 206-64; o

- c) Método nuclear debidamente calibrado.

La ubicación de los pozos de prueba será determinada por el Fiscalizador; normalmente, se efectuarán los ensayos de compactación de acuerdo al siguiente criterio general:

- a) Cada 500 m³ de relleno o terraplén colocado, o cada 100 m. lineales como promedio en cada capa colocada con excepción de la de subrasante; y,
- b) Un promedio de cada 100 m. lineales para la capa de subrasante en terraplenes y rellenos, y cada 100 m. lineales para la subrasante en corte y para los suelos de cimentación por debajo de terraplenes cuya altura sea menor a 2 m.

Previa a la colocación de las capas de subbase, base y superficie de rodadura, se deberá conformar y compactar el material a nivel de subrasante, de acuerdo a los requisitos del numeral 305-2.04. Al final de estas operaciones, la subrasante no deberá variar en ningún lugar de la cota y sección transversal establecidas en los planos o por el Fiscalizador en más de 2 cm.

Los taludes de corte terminados deberán conformarse razonablemente a los taludes estipulados en los planos, y en ningún punto deberán variar del plano especificado en más de 15 cm. en tierra o más de 50 cm. en roca, medidos en forma perpendicular al plano del talud. Los contra taludes con inclinación de 4:1, o más tendido, no deberán variar del plano especificado en más de 6 cm.

Los taludes de terraplenes terminados no deberán variar de los taludes especificados en más de 15 cm., medidos en forma perpendicular al plano del talud, dentro de una altura de 1 m., de la rasante. Bajo de esta altura, los taludes no deberán variar de lo especificado en más de 25 cm. de tierra o 50 cm. en rellenos construidos con piedra o pedazos de rocas grandes.

La cota de cualquier punto del lecho de una cuneta lateral o zanja de desagüe no deberá variar de la cota establecida en los planos o por el Fiscalizador en más de 5 cm. En todo caso, la pendiente del lecho deberá ser tal que permita el desagüe normal sin estancamiento de agua.

Preservación de la propiedad ajena.- En los trabajos de excavación y relleno, el Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para proteger y evitar daños o perjuicios en las propiedades colindantes con los límites de la obra, así para que no se interrumpan las servidumbres de tránsito, riego, servicios públicos, etc. Si fuera necesario para proteger instalaciones adyacentes, el Contratista tendrá que construir y mantener por el tiempo necesario, por su cuenta y costo, tabla-estacada, apuntalamiento u otros dispositivos apropiados. El retiro de estos también correrá por cuenta del Contratista, cuando no se los requiera más.

En todo caso, deberá sujetarse a lo previsto en el numeral 102-3.11 de estas Especificaciones, "Protección y Restauración de Propiedades".

Excavación para la plataforma del camino.-

Descripción.- Este trabajo consistirá en la excavación y disposición, en forma aceptable al Fiscalizador, de todo el material cuya remoción sea necesaria para formar la obra básica del camino y cuya medición y pago no estén previstos por otros rubros del contrato. Se incluye la construcción de cunetas laterales, taludes, terraplenes, escalones para terraplenado a media ladera, zonas de empalmes y accesos, la remoción y reemplazo de material inadecuado para la construcción del camino, la excavación y acarreo de material designado para uso, como suelo seleccionado, la remoción de desprendimientos y deslizamientos, conforme a lo estipulado en el numeral 303-2.02.5, y el desecho de todo material excedente. Todo lo cual se deberá ejecutar de acuerdo a las presentes Especificaciones, las disposiciones especiales y con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador. La excavación podrá ser sin clasificación o clasificada de acuerdo a las definiciones que se

presentan a continuación. Si se autorizara efectuar excavación de préstamo, para contar con el material adecuado requerido para el terraplenado y rellenos, tal excavación se llevará a cabo de acuerdo a la Sección 304.

Excavación sin Clasificación.- Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca.

Excavación clasificada.- Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo y comprenderá las siguientes clases cuando se estipule en los contratos respectivos:

Excavación en roca.- Comprenderá la correspondiente a todas las masas de roca, depósitos estratificados y la de todos aquellos materiales que presenten características de roca maciza, cementados tan sólidamente, que únicamente puedan ser excavadas utilizando explosivos.

El Contratista previamente a la iniciación de los trabajos considerados como Excavación en roca, deberá notificar por escrito al Fiscalizador, y éste previa su constatación física en la obra autorizará al Contratista por escrito la ejecución de dichos trabajos.

El Fiscalizador para el pago deberá constatar que el Contratista para la remoción de la roca, haya previamente efectuado la perforación, utilización de explosivos y desalojo, parámetros indispensables para el pago de este rubro, para lo cual se deberán llevar los registros diarios del equipo empleado, de la cantidad de explosivos requerida, de acuerdo al plan de barrenamiento previamente preparado por el Contratista y aprobado por el Fiscalizador; documentos que deberán ser adjuntados en las planillas de pago, así como los perfiles transversales de la excavación en roca.

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

El Contratista previamente a la iniciación de los trabajos considerados como excavación marginal, notificará por escrito al Fiscalizador, y éste previa su constatación física en la obra de que dicho material no es susceptible al desgarramiento con maquinaria de 320 HP al volante y con el empleo de sus respectivos desgarradores, pesados y profundos, autorizará por escrito la ejecución de los trabajos solicitados.

El Fiscalizador para el pago deberá constatar que el Contratista para la remoción del material marginal, haya utilizado el equipo requerido en estas Especificaciones, para lo cual se deberán llevar los registros diarios del equipo empleado, documentos que deberán ser adjuntados en las planillas de pago, así como los perfiles transversales de la excavación marginal.

Excavación en fango.- Es la excavación y desalojo que se realiza de materiales compuestos de tierra y/o materia orgánica, y que por el contenido de humedad las características y estado son tales que se los define como suelos tixotrópicos. La remoción de esta clase de material se pagará con el rubro correspondiente a excavación en suelo.

Excavación en suelo.- Comprenderá la remoción de todos los materiales no incluidos en los numerales 303-2.01.2.1. y 303-2.01.2.2.

Excavación sin clasificación y excavación en suelo.- Todo el material resultante de estas excavaciones que sea adecuado y aprovechable, a criterio del Fiscalizador, deberá ser utilizado para la construcción de terraplenes o rellenos, o de otro modo incorporado en la obra, de acuerdo a lo señalado en los planos y a lo indicado por el Fiscalizador.

Materiales plásticos y provenientes de la excavación si clasificación y la de suelo que presenten un contenido de humedad excesivo y que pueden secarse a una condición utilizable, mediante el empleo de medios razonables, tales como aireación, escarificación o arado, se considerarán como aprovechables para la construcción de terraplenes o rellenos y no deberán ser desechados, siempre que cumplan con los requisitos estipulados en la Sección 817 de estas Especificaciones a no ser que los materiales de excavación disponibles excedan la cantidad requerida para tal construcción; sin embargo, el Contratista tendrá la opción de desechar el material plástico inestable y reemplazarlo con material de mejor calidad, a su propio costo.

Excavación en roca.- Cuando sea necesaria la excavación de roca para llegar al nivel de subrasante y si no estuviere especificado en otra forma, el material clasificado como tal será excavado hasta una profundidad aproximada de 15 cm. bajo el nivel de la subrasante y en todo el ancho de la plataforma; esta excavación se rellenará con suelo seleccionado, a no ser que en los planos se indique otro procedimiento.

Antes del comienzo de cualquier excavación de roca, el Contratista deberá conseguir la aprobación del Fiscalizador de su programa de excavación, inclusive de los procedimientos a seguir en la voladura y en las medidas propuestas para la protección de la obra, los trabajadores, la propiedad ajena y el público en general. (Ver subsección 102-3). Deberán determinarse las operaciones de voladura requeridos dentro de una distancia de 80 m. de un puente, antes de comenzar la construcción de dicho puente.

El Contratista deberá llevar a cabo la voladura de roca de tal manera que evite en lo posible la rotura y aflojadura de la roca fuera de los límites de excavación fijados en los planos o por el Fiscalizador. Cualquier material fuera de dichos límites que se afloje debido a las operaciones de voladura, será removido por el Contratista a su propio costo, con la salvedad de lo estipulado en el párrafo "a" numeral 303-2.03.

No se permitirá la voladura mediante la carga de túneles o galerías para la remoción masiva de roca.

Cuando esté especificado en el contrato o cuando lo ordene el Fiscalizador, el precorte y el resquebrajamiento previo se empleará en cortes de roca maciza. El precorte y el plano de resquebrajamiento deberá coincidir con las líneas y las inclinaciones de los taludes del proyecto. Las perforaciones del precorte que se localizarán en las iniciaciones del talud no se cargarán con explosivos, y las perforaciones para el resquebrajamiento previo serán espaciadas a una distancia máxima de 1 m. y tendrán un diámetro máximo de 7.5 cm., a menos que el Fiscalizador apruebe alguna variación. La profundidad máxima de las perforaciones será de 15 m. Las perforaciones para el resquebrajamiento previo serán cargadas de la manera recomendada por el fabricante de los explosivos utilizados y avalados por el Fiscalizador.

Las perforaciones para el resquebrajamiento previo serán detonadas antes de efectuar la explosión primaria dentro de la sección a ser excavada. En caso de ser necesario, el Contratista ajustará el espaciamiento y la carga de las perforaciones, a fin de que resulte un plano de ruptura uniforme en la roca.

Excavación de material marginal.- Luego de ejecutar la excavación de material de suelo y se establezca la presencia de roca descompuesta y suelos duros que presenten cierta resistencia a su desgarramiento por la maquinaria, se procederá a utilizar escarificadores (ripper) para romper el suelo y sea fácil su extracción.

Antes de proceder a la excavación del material considerado como marginal, el Contratista comunicará a la Fiscalización, para la correspondiente autorización, la necesidad de utilizar escarificadores por la presencia de materiales duros, el mismo que aprobará el programa de trabajo.

Todo el material resultante de la excavación deberá ser utilizado en rellenos o terraplenes.

Material inadecuado.- Cuando el terreno natural en zonas de terraplenado o a nivel de subrasante en zonas de excavación no sea apto para su función prevista, el Contratista removerá y desechará el material inadecuado, de acuerdo a las instrucciones del Fiscalizador, y lo reemplazará hasta el nivel de subrasante o de la superficie del terreno natural, según el caso, con material aprobado por el Fiscalizador.

La reposición de material se efectuará de acuerdo a las estipulaciones de la Sección 305 y todo el trabajo de remoción, desecho y reposición será pagado como excavación en suelo, excepto cuando el Fiscalizador determine que la remoción corresponda a excavación en fango.

Desprendimientos y deslizamientos.- La remoción y desalojo de materiales provenientes de desprendimientos y deslizamiento dentro de la obra deberán realizarse empleando el equipo, personal y procedimientos aprobados previamente por el Fiscalizador y de tal manera que evite en lo posible cualquier daño a la plataforma o calzada.

La disposición de materiales que el Fiscalizador considere no aprovechables para la construcción de terraplenes o rellenos se efectuará en los sitios indicados por el Fiscalizador y de manera que ni altere el paisaje ni obstaculice a los ríos y arroyos.

El material fuera de los taludes de corte especificado que se desprenda y caiga dentro de la zona de excavación antes que el Contratista haya terminado dicha excavación, será medido como , excavación en suelo o excavación en roca dependiendo de la naturaleza de la materia removida y de los rubros de excavación que existan en el contrato, siempre que los desprendimientos y deslizamientos no sean el resultado directo de las operaciones o negligencia del Contratista.

Una vez terminada la obra básica del proyecto en un tramo, cualesquiera piedras o rocas desprendidas, escombros y derrumbes provenientes de la erosión de taludes

que caen sobre la cuneta o la plataforma del camino, serán removidos y desechados, en sitios aprobados por el Fiscalizador y pagados por medio del rubro de Limpieza de derrumbes.

Material excedente.- El material proveniente de las excavaciones autorizadas y que no sea requerido para terraplenes u otros rellenos, será empleado en la ampliación del relleno para tender los taludes de terraplén, o en la construcción de terraplenes de refuerzo, de no ser estipulado otro procedimiento en los planos o disposiciones especiales. Si el Fiscalizador ordena el empleo de equipo de compactación en estos trabajos, se pagará por el uso de tal equipo como trabajos de administración, de acuerdo al numeral 103-5.04.

El material cuya disposición no esté ordenada de acuerdo al párrafo anterior, será desechado en sitios de depósito señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador. Excepto cuando el Fiscalizador lo autorice por escrito, no se desechará el material excedente en lugares donde quede a un nivel más alto que la rasante del camino adyacente.

Será responsabilidad del Contratista asegurarse de que haya una cantidad de material adecuado suficiente para la construcción de terraplenes y otros rellenos, antes de desalojar material que pueda o no ser excedente. En caso de faltar material para terraplenes o rellenos, todo el material adecuado desechado por el Contratista, deberá ser reemplazado por el mismo, a su propio costo, previa aprobación del material a utilizarse, por el Fiscalizador.

Taludes.- La terminación de todos los taludes será de modo que queden razonablemente lisos y uniformes, en concordancia con las líneas y pendientes señaladas en los planos, tomando en cuenta las tolerancias permitidas que se señalen en el numeral 303-1.02. Todo el material flojo, resquebrajado y en peligro de caerse del talud, será retirado.

De ser así estipulado en los planos, se redondeará la zona de intersección de los taludes de excavación y la superficie del terreno natural. Tal redondeo, si fuera requerido, así como el retiro del material en peligro de caer, serán considerados como parte del trabajo de excavación y no se medirán para su pago ni los volúmenes comprendidos dentro de las zonas de redondeo, ni los del material retirado.

Medición.- Las cantidades a pagarse por la excavación de la plataforma del camino serán los volúmenes medidos en su posición original y calculados de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103-5.01., de la excavación efectivamente ejecutada y aceptada, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Las áreas transversales que se utilizan en el cálculo de volúmenes serán computadas en base a las secciones transversales originales del terreno natural después de efectuarse el desbroce y limpieza, y las secciones transversales tomadas del trabajo terminado y aceptado.

La medición deberá incluir:

- a) La excavación necesaria para la construcción de la obra básica en zonas de corte. Se medirá como excavación según la naturaleza del material removido y de acuerdo a los rubros del contrato. No se incluirá en la medición la sobre excavación.

Como excavación en suelo, roca o sin clasificación , el volumen desalojado de los desprendimientos y deslizamientos caídos dentro de la zona de la plataforma del camino, antes de que el Contratista haya terminado dicha excavación, y siempre que estos desprendimientos y deslizamientos no sean resultado directo de operaciones o negligencia del Contratista. La clasificación se hará de conformidad con lo establecido en la subsección 303-2 de estas Especificaciones Generales.

- b) La excavación autorizada de roca o material inadecuado debajo de la subrasante y del material inadecuado en las zonas de terraplenado cuya remoción sea autorizada por el Fiscalizador.
- c) La excavación autorizada de escalones o terrazas en las laderas o terraplenes existentes, para permitir la adecuada construcción o ampliación de terraplenes, de acuerdo a la subsección 305-1.
- d) Cunetas laterales y los canales abiertos cuyo ancho a nivel del lecho sea de 3 m. o más.
- e) El pago de precorte y resquebrajamiento previo se hallará incluido en el pago de excavación en roca.
- f) No se medirá como excavación el material excavado para la plataforma del camino que sea pagado bajo otro rubro.

Pago.- Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la excavación y disposición del material, incluyendo su transporte, colocación, esparcimiento, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación, o su desecho, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
303-2 (1) Excavación sin clasificación.....	Metro cúbico (m ³)
303-2 (2) Excavación en suelo.....	Metro cúbico (m ³)
303-2 (3) Excavación en roca.....	Metro cúbico (m ³)

303-2 (4) Excavación en marginal.....	Metro cúbico (m ³)
303-2 (5) Excavación en fango.....	Metro cúbico (m ³)

308. ACABADO DE LA OBRA BÁSICA

Descripción.- Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma del camino a nivel de subrasante, de acuerdo con las presentes Especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo será realizado en dos casos fundamentales, cuando el acabado se ejecute en plataforma nueva y cuando se trate de trabajos de mejoramiento o complementarios de la plataforma ya existente.

Procedimiento de trabajo.- Para la realización de estos trabajos deberán estar concluidos excavación y relleno para la plataforma, todas las alcantarillas, obras de arte y construcciones conexas e inclusive el relleno para estructuras.

Obra básica nueva.- Después de que la plataforma del camino haya sido sustancialmente terminada, será acondicionada en su ancho total, retirando cualquier material blando o inestable que no pueda ser compactado debidamente, y será reemplazado con suelo seleccionado, de acuerdo a lo previsto en la Sección 306; luego de lo cual, toda la plataforma será conformada y compactada, como se estipula en las subsecciones 305-1, 305-2. De ser necesario, se harán trabajos de escarificación, emparejamiento, rastrillada, humedecimiento u aireación, además de la conformación y compactación para lograr una plataforma del camino perfectamente compactada y conformada, de acuerdo con las cotas y secciones transversales señaladas en los planos y lo indicado en el numeral 303-1.02. También se efectuará la conformación y acabado de los taludes de acuerdo a lo exigido en los documentos contractuales y ordenados por el Fiscalizador.

La plataforma acabada será mantenida en las mismas condiciones hasta que se coloque por encima la capa de subbase o de rodadura, señalada en los planos o, en el caso de no ser requerida tal capa, hasta la recepción definitiva de la obra.

Obra básica existente.- Cuando se señale en los planos y otros documentos contractuales o lo indique el Fiscalizador, las plataformas existentes serán escarificadas, conformadas, humedecidas u oreadas y compactadas de acuerdo con estas Especificaciones y en concordancia con los alineamientos, pendientes y secciones transversales del proyecto en ejecución.

Cualquier material excedente será utilizado para ampliar taludes o transportado a los sitios de depósito, según lo disponga el Fiscalizador y en concordancia con lo dispuesto en el numeral 303-2.02.6. Todo el material que pueda ser requerido para ampliar o nivelar la plataforma existente, será conseguido de acuerdo a lo indicado en las Secciones 303 y 304.

Para los sectores de rectificación y mejoramiento de las carreteras existentes, las operaciones deberán programarse con avance limitado y su desalojo ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de permitir el tránsito público en el período de construcción y evitando el deterioro de la capa de rodadura existente. La eventual incidencia en los costos de construcción del sistema de trabajo a emplearse, deberá ser considerado en el análisis de precio unitario de excavación para la plataforma. El Ministerio no reconocerá pago adicional alguno por este concepto.

Medición.- La terminación o acabado de la obra básica nueva, no será medida a efectos de pago directo, considerándose compensada por los pagos que se efectúen por los varios rubros de excavación y relleno.

La cantidad a pagarse por el acabado de la obra básica existente, será el número de metros cuadrados medidos a lo largo del eje del camino de la plataforma,

aceptablemente terminada, de acuerdo a los requerimientos de los documentos contractuales y del Fiscalizador.

Derrumbes.- Los materiales acumulados en la plataforma del camino, provenientes de derrumbes ocurridos después de que el Contratista haya terminado la obra básica correspondiente, deberán ser removidos y desalojados hasta los sitios que ordene el Fiscalizador, empleando el equipo, personal y procedimientos aprobados por él mismo y de tal manera que evite en lo posible, cualquier daño a la plataforma y la calzada. Este trabajo incluirá limpieza de cunetas, traslado y disposición adecuado de los materiales desalojados.

Procedimiento de trabajo.- El desalojo de derrumbes depositados en la plataforma del camino y cunetas deberá ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de evitar la destrucción de la subrasante, afirmados o carpeta asfáltica.

El Fiscalizador, para casos especiales, podrá autorizar el desalojo del material con otros medios mecánicos y todos los daños posibles ocasionados en la subrasante, afirmados o capa asfáltica, deberán ser reparados por el Contratista con el reconocimiento de su respectivo pago.

No se reconocerá pago alguno de derrumbes en caso de que el Fiscalizador establezca que los mismos se deben a negligencia o descuido del Contratista.

Medición.- Las cantidades a pagarse serán los m³ de materiales efectivamente desalojados de la plataforma y cunetas del camino.

Pago.- El acabado de la obra básica nueva, tal como se ha indicado en la subsección 308-3, no se pagará en forma directa.

El acabado de la obra básica existente se pagará al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato. Si dicho rubro no está incluido en el

contrato, se considerará que el trabajo de acabado de la obra básica existente está compensado con los pagos efectuados por los varios rubros de excavación y relleno.

Este precio y pago constituirán la compensación total por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta subsección, con las excepciones que se enumeran a continuación:

- a) Cuando la cantidad de excavación requerida para la explanación y conformación de la plataforma existente sea mayor de 1.500 m³ por km. se pagará toda la excavación de acuerdo a la subsección 303-2.
- b) El material adicional requerido para completar y terminar la plataforma del camino, en concordancia con la sección transversal de la obra, se pagará de conformidad a lo establecido en la subsección 303-2, y Secciones 304 y 307.
- c) La limpieza de derrumbes se pagará al precio contractual para el rubro designado a continuación y que consten en el contrato.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

308-2 (1) Acabado de la obra básica existente.....Metro cuadrado (m²)
308-4 (1) Limpieza de derrumbe.....Metro cúbico (m³)

403-1. Sub-base de Agregados

Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

Materiales.- Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen 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 N° 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%.

- Clase 1: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, en la Tabla 403-1.1. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.
- Clase 2: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2, en la Tabla 403-1.1.
- Clase 3: Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1.

Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-bases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

Tabla 403-1.1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Equipo.- El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios.

Ensayos y Tolerancias.- La granulometría del material de sub-base será comprobada mediante los ensayos determinados en la subsección 816-2 los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra inmediatamente antes del tendido del material.

Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la subsección 816-2 o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de sub-base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T - 147. En todo caso, la densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Óptima y Densidad Máxima, realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costa, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación, se deberá seguir un procedimiento análogo.

En caso de que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos. La superficie de la sub-base terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.

Procedimientos de trabajo.

Preparación de la Subrasante.- Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie

acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido en la Sección 308 deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de subdrenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la sub-base.

Selección y Mezclado.- Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante, serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la sub-base sea uniforme. El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la subrasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá proceder a mezclarlos uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

No se permitirá la distribución directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo indicado anteriormente.

Tendido, Conformación y Compactación.- Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una

superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de sub-base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se corte el material de la subrasante ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables.

Cuando sea necesario construir la sub-base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

Compactación.- Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la sub-base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador

procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 403-1.04, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la sub-base.

Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de una sub-base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de sub-base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de sub-base,

incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

403-1	Sub-base Clase.....Metro cúbico (m ³)
-------	---

403-2. Sub-base Modificada con Arena o Limo.

Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-bases compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, para cumplir los requisitos establecidos en la subsección 816-2, excepto que el límite líquido y el índice plástico sean mayores que los máximos especificados, para reducir los cuales se deberá mezclar los agregados con limo o arena en la proporción establecida por el diseño, añadiendo estos suelos finos no plásticos o eliminando previamente parte o la totalidad de los agregados finos del material, para incorporar limo o arena cuando las condiciones así lo requieran. Las capas de sub-base se colocarán sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, y de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos contractuales.

Materiales.- Son susceptibles de modificación cualesquiera de las sub-bases cuya clasificación y condiciones están indicadas en el numeral 403-1.02. La clase de sub-base por utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales.

En cualquier caso, el material a incorporar estará constituido por arenas finas o limos inorgánicos no plásticos, aprobados por el Fiscalizador y en las proporciones que sean necesarias para que la mezcla cumpla con los requisitos establecidos en la subsección 816-2 y en las Disposiciones Especiales, caso de haberlas.

Equipo.- El Contratista deberá disponer en el trabajo, de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de operación. De acuerdo con la clase de sub-base especificada, el equipo mínimo necesario deberá constar de planta de trituración o de cribado; equipo de transporte; maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación; tanqueros para hidratación; rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios y rodillos neumáticos para compactación.

Ensayos y Tolerancias.- Para esta sub-base modificada con limo o arena regirán las estipulaciones constantes en el numeral 403-1.04.

Procedimientos de trabajo.- Los procedimientos de trabajo que deberán emplearse, tanto para la preparación de la subrasante como para la selección y mezclado de los agregados en planta o en la vía, y para el regado, conformación y compactación, serán los establecidos en el numeral 403-1.05.

Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de una sub-base modificada con limo o arena, serán el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en el sitio después de la compactación.

Para el cálculo de las cantidades se considerará la longitud de la capa de sub-base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal determinada en los planos. No se medirán, para el pago en forma adicional, el volumen o peso de los suelos no plásticos incorporados a la sub-base, considerándose que están compensados en el precio del metro cúbico de la capa de sub-base. No se deberán considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

Pago.- Las cantidades de sub-base determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de agregados, provisión del suelo no plástico, mezclado, distribución, regado, hidratación, conformación y compactación de todo el material empleado para la capa de sub-base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos para la construcción de la sub-base modificada con limo o arena.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

403-2	Sub-base Clase....., modificada con suelo no plástico.....Metro cúbico (m ³)
-------	---

403-3. Sub-base Modificada con Cal.

Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y que cumplan los requisitos establecidos en la subsección 816-2, excepto el límite líquido y el índice plástico, por lo que deberán ser mejoradas con la adición de cal hidratada en la proporción establecida en el diseño y de acuerdo a la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y aprobada por el Fiscalizador. Las capas de sub-base se colocarán sobre la subrasante, previamente preparada y aprobada, que se halle dentro de las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos contractuales.

Materiales.- Son susceptibles de modificación cualesquiera de las sub-bases cuya clasificación y condiciones están indicadas en el numeral 403-1.02. La clase de sub-base a utilizarse en la obra estará especificada en los documentos del contrato.

El material a incorporar a cualquiera de las sub-bases para controlar el límite líquido y el índice plástico a las especificaciones, será cal hidratada, la cual deberá cumplir con los requisitos establecidos en la subsección 815-3.

Equipo.- El Contratista deberá disponer, en el trabajo, de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de operación. De acuerdo con la clase de sub-base especificada, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, motoniveladora, pulverizadora-mezcladora de paletas rotatorias, tanqueros o volquetas para cal según el tipo de mezclado, esparcidores mecánicos para cal (opcional), tanqueros para hidratación, rodillos lisos de tres ruedas o vibratorios y rodillos neumáticos para compactación.

Ensayos y Tolerancias.- Los ensayos para controlar el contenido de cal en la sub-base estarán de acuerdo con lo establecido en el numeral 402-3.04.

La comprobación de la calidad y cumplimiento de las especificaciones de los agregados será realizada de acuerdo con las estipulaciones del numeral 403-1.04.

La comprobación de los espesores de la sub-base terminada y sus tolerancias serán las mismas anotadas en el numeral 403-1.04.

Procedimientos de trabajo.

Preparación de la Subrasante.- Regirán las estipulaciones del numeral 403-1.05.1.

Distribución y Mezclado.- La selección y mezclado de los agregados, a los cuales se deberá incorporar la cal en la proporción establecida, podrá efectuarse en planta o en la vía. En todo caso, no se permitirá la iniciación del mezclado hasta que el Contratista no haya estudiado y sometido a la aprobación del Fiscalizador la fórmula de trabajo, en la cual se deberá establecer el contenido de cal, la cantidad de agua para la mezcla y la compactación, la mínima densidad que se obtendrá, y el valor PH.

En caso de utilizarse el procedimiento de mezcla en planta, esta deberá estar equipada con una dosificadora, preferentemente al peso, para la cal hidratada, y se emplearán los procedimientos indicados para este método en el numeral 403-1.05.2.

Cuando se escoja el método de mezclado en la vía, se procederá con lo establecido para este sistema de mezcla en el numeral 403-1.05.2, con la única variación de que sobre la capa de agregados preparados y tendidos a todo lo ancho de la vía se distribuirá la cal hidratada en la proporción necesaria, de acuerdo con lo indicado para la Distribución de la cal - Método seco - en el numeral 402-3.05.2. Luego se procederá al mezclado mediante pulverizadoras-mezcladoras de paletas rotatorias, a fin de conseguir una mezcla uniforme en todo el ancho y profundidad de cada capa de sub-base, cuyo espesor no será mayor a 15 centímetros, hasta completar el espesor total de diseño. Durante el mezclado se deberá hidratar la mezcla, y luego de conseguida una condición uniforme en todo el material, se procederá a la conformación mediante motoniveladoras, hasta conseguir una superficie lisa, con las alineaciones, pendientes y sección transversal constantes en los planos del contrato.

Puede también emplearse el método húmedo para la distribución de la cal y mezclado, en cuyo caso se emplearán las estipulaciones del numeral 402-1.05.2, del método respectivo, después de los cual se efectuará la conformación, como se indica en el párrafo anterior.

Compactación.- Para este trabajo se emplearán las especificaciones constantes en el numeral 402-3.05.4.

Al iniciarse los trabajos el Contratista deberá construir un tramo de prueba de aproximadamente 1 Kilómetro. de longitud que será ensayado para determinar la densidad, espesor de la capa, proporción de cal en la sub-base y más requerimientos exigidos por el Fiscalizador, luego de lo cual éste deberá autorizar la prosecución de los trabajos, requisito sin el cual el Contratista no podrá continuar éste trabajo.

Curado.- El curado de las capas de sub-base modificada con cal hidratada se regirá por las estipulaciones del numeral 402-3.05.5.

Medición.- Las cantidades a pagarse por la sub-base modificada con cal hidratada, serán el volumen de la capa de sub-base y la cantidad de cal incorporada a la obra, de acuerdo con las estipulaciones contractuales.

La unidad de medida de la sub-base efectivamente construida bajo estas especificaciones, será el metro cúbico, y el volumen será medido compactado en base a la longitud construida medida horizontalmente a lo largo del eje del camino, y a la sección transversal especificada en los planos y aceptada por el Fiscalizador. La unidad de medida para la cal hidratada efectivamente utilizada para la modificación de la sub-base, será la tonelada aceptada en la obra por el Fiscalizador.

No serán objeto de pago ni el agua empleada para la mezcla y compactación ni para el curado, ni tampoco el asfalto que pueda emplearse para el curado de la capa superior; por tanto, estos materiales no serán medidos para el pago.

Pago.- Las cantidades calculadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros designados a continuación.

Los precios contractuales y su pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de agregados, mezclado, tendido, suministro y distribución de cal hidratada, mezclado, hidratación, conformación y compactación de los materiales empleados para la capa de sub-base, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

Nºdel Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
403-3 (1) Sub-base Clase....., modificada con cal hidratada (incluyendo riego de curado).....	Metro cúbico (m ³)
403-3 (2) Suministro y distribución de cal Hidratada.....	Tonelada

404. BASES.

404-1. Base de Agregados.

Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

Materiales.- Las bases de agregados podrán ser de las clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales por emplearse.

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

- Clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en la subsección 814-3 y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.4.

Tabla 404-1.4.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 4 (4.76 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

De ser necesario para cumplir las exigencias de graduación, se podrá añadir a la grava arena o material proveniente de trituración, que podrán mezclarse en planta o en el camino.

Equipo.- El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración y cribado, planta para mezclado, equipo de transporte, maquinaria para distribución, para mezclado, esparcimiento, y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos o rodillos vibratorios.

Ensayos y Tolerancias.- La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T 27), el mismo que se llevará a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino. Sin embargo de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra. Deberán cumplirse y comprobarse todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la Sección 814, o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147.o T-191. En todo caso, la densidad mínima de la base no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida por el Fiscalizador, mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Optima realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Estos espesores y la densidad de la base, serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia indicada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costo, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder de inmediato a la conformación y compactación con los niveles y espesores del proyecto. Sin embargo, antes de corregir los espesores deberán tomarse en consideración las siguientes tolerancias adicionales: si el espesor sobrepasa lo estipulado en los documentos contractuales y la cota de la superficie se halla dentro de un exceso de 1.5 centímetros sobre la cota del proyecto, no será necesario efectuar correcciones; así mismo, si el espesor es menor que el estipulado y la cota de la superficie se halla dentro de un faltante de 1.5 centímetros de la cota del proyecto, podrá no corregirse el espesor de la base siempre y cuando el espesor de la base terminada sea mayor a 10 centímetros, y la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico y el espesor faltante sea compensado con el espesor de la capa de rodadura hasta llegar a la rasante.

En caso de que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar

el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

Como está indicado, las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto, para comprobar lo cual deberán realizarse nivelaciones minuciosas a lo largo del eje y en forma transversal.

En caso de encontrarse deficiencias en la compactación de la base, el Contratista deberá efectuar la corrección a su costo, escarificando el material en el área defectuosa y volviendo a conformarlo con el contenido de humedad óptima y compactarlo debidamente hasta alcanzar la densidad especificada.

Procedimiento de trabajo.

Preparación de la Sub-base.- La superficie de la sub-base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 404. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

Selección y Mezclado.- Los agregados preparados para la base, deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En el caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia para el material de base, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y relleno mineral, serán combinadas y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador la cual disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de una manera consistente en orden a que la producción de agregado para la base sea uniforme.

El mezclado de las fracciones de agregados podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar una capa de espesor y ancho uniformes del agregado grueso, y luego se distribuirán proporcionalmente los agregados finos sobre la primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor necesario con el total del material, de acuerdo con el diseño. Cuando todos los agregados se hallen colocados en sitio, se procederá a mezclarlos uniformemente mediante motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas mezcladoras aprobadas por el Fiscalizador. Desde el inicio y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, se controlará la granulometría y se esparcirá el material a todo lo ancho de la vía, en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

En ningún caso se permitirá el tendido y conformación directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo y alternado indicado en los párrafos anteriores.

Tendido y Conformación.- Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes; pero, en este caso, el

material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizadopor repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación se completen con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme, de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán ser regados a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando sea necesario construir la base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos arriba descritos, hasta su compactación final. En ningún caso el espesor de una capa compactada podrá ser menor a 10 centímetros.

Cuando se tenga que construir capas de base en zonas limitadas de forma irregular, como intersecciones, islas centrales y divisorias, rampas, etc. podrán emplearse otros métodos de distribución mecánicos o manuales que produzcan los mismos resultados y que sean aceptables para el Fiscalizador.

Compactación.- Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de

rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales.

Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 404-1.04, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador, previamente a la imprimación de la base.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o placas vibratorias, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la base.

Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad, se considerará la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
404-1 Base, Clase.....	Metro cúbico (m ³)

405. CAPAS DE RODADURA.

405-1. Riego de Imprimación.

Descripción.- Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o subbase, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

Comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

Materiales.- El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o emulsiones asfálticas cuyo tipo será fijado en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810-3 de estas especificaciones. Las emulsiones asfálticas serán de rotura lenta y cumplirán con lo especificado en la subsección 810-4

Durante las aplicaciones puede presentarse la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales, para dar mayor eficiencia al riego de imprimación. En este caso, el Fiscalizador podrá disponer el cambio hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el Contrato. Sin embargo, no deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

De ser necesaria la aplicación de la capa de secado, ésta será constituida por arena natural o procedente de trituración, exenta de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas y que cumpla cualquiera de las granulometrías para capa de sello indicadas en la subsección 405-6 de estas especificaciones. La arena deberá hallarse preferentemente seca, aunque podrá tolerarse una ligera humedad, siempre que sea menor al dos por ciento de su peso seco.

Equipo.- El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

El distribuidor de asfalto a presión estará montado sobre neumáticos y provisto de una rueda adicional para accionar el tacómetro que permita un permanente control de operador al momento de la aplicación. El riego asfáltico se efectuará mediante una bomba de presión con fuerza motriz independiente, a fin de poder regularla con facilidad; el asfalto será aplicado uniformemente a través de una barra provista de boquillas que impidan la atomización. El tanque del distribuidor dispondrá de sistema de calentamiento regulado con recirculación para mantener una temperatura uniforme en todo el material bituminoso. El distribuidor deberá estar provisto además de un rociador manual.

Procedimientos de trabajo.- El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.

Distribución del material bituminoso.- El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada. Será necesario tomar las precauciones necesarias en los riegos, a fin de empalmar o superponer ligeramente las uniones de las fajas, usando en caso de necesidad el rociador manual para retocar los lugares que necesiten.

Para evitar superposición en los empalmes longitudinales, se colocará un papel grueso al final de cada aplicación, y las boquillas del distribuidor deberán cerrarse instantáneamente al terminar el riego sobre el papel. De igual manera, para comenzar el nuevo riego se colocará el papel grueso al final de la aplicación anterior, para abrir las boquillas sobre él y evitar el exceso de asfalto en los empalmes. Los papeles utilizados deberán ser desechados.

El Contratista deberá cuidar que no se manche con la distribución asfáltica las obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes, todo lo cual deberá ser protegido en los casos necesarios antes de proceder al riego. En ningún caso deberá descargarse el material bituminoso sobrante en canales, ríos o acequias.

La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimirse y al tipo de asfalto empleado. Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado, cuando se use un asfalto emulsificado SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h variara entre 0.5 y 1.4 l/m² (De acuerdo al Manual Instituto del Asfalto), los valores exactos de aplicación serán determinados por el ingeniero fiscalizador. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el grado del asfalto, de acuerdo con lo especificado en la Sección 810.

Cuando la cantidad de aplicación y el tipo de material lo justifiquen, la distribución deberá dividirse en dos aplicaciones para evitar la inundación de la superficie.

Aplicación de la arena.- La colocación de una capa de arena sobre el riego de imprimación no es necesaria en todos los casos; es preferible que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación, sea absorbida totalmente en la superficie. Sin embargo, hay ocasiones en que el asfalto no ha sido absorbido completamente en 24 horas, en cuyo caso se deberá distribuir sobre la superficie una delgada capa de arena para proteger la penetración, sobre todo si hay necesidad de permitir el tránsito o impedir posibles daños por lluvias, y para absorber el exceso de asfalto.

La arena deberá distribuirse uniformemente en la superficie por cubrir, de acuerdo con lo dispuesto por el Fiscalizador. No se permitirá la formación de corrugaciones en el material de secado ni se deberán dejar montones de arena sobre la capa; el Contratista estará obligado a mantener la superficie cubierta en condición satisfactoria hasta que concluya la penetración y secado, luego de lo cual deberá remover y retirar la arena sobrante.

Circulación de vehículos.- No deberá permitirse el tránsito sobre una capa de imprimación mientras no se haya completado la penetración del asfalto distribuido en la superficie. Sin embargo, en casos en que sea absolutamente necesario permitir la circulación de vehículos, se deberá esperar al menos cuatro horas desde el regado del asfalto para cubrirlo con la capa de arena y autorizar luego el tránsito con una velocidad máxima de 20 Km/h. a fin de evitar que el asfalto se adhiera a las llantas y se pierda la imprimación. De todas maneras, todas las zonas deterioradas por falta o exceso de asfalto deberán corregirse oportunamente, con tiempo suficiente, antes de proceder a construir las capas superiores de pavimento. El Fiscalizador deberá determinar en cada caso el tiempo mínimo en que la superficie se mantendrá imprimada antes de cubrirla con la capa siguiente.

Medición.- Para efectuar el pago por el riego de imprimación deberán considerarse separadamente las cantidades de asfalto y de arena realmente empleadas y aceptadas por el Fiscalizador.

La unidad de medida para el asfalto será el litro y la medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de la aplicación, al volumen a 15.6 °C. Las tablas de reducción y conversión al peso se encuentran en la subsección 810-5.

La cantidad de arena empleada será medida en metros cúbicos.

Pago.- Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros abajo designados.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación previa de la superficie por imprimirse; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; el suministro, transporte y distribución de la arena para

protección y secado; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización del trabajo descrito en esta sección.

N° del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
405-1 (1) Asfalto MC para imprimación.....	Litro (l)
405-1 (1) Asfalto SC para imprimación.....	Litro (l)
405-1 (2) Arena para protección y secado.....	Metro cúbico (m ³)
405-1 (3) Asfalto Emulsificado SS-1, SS - 1h CSS-1 o CSS-1h.....	Litro(l)

405-5. Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta.

Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

Materiales El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento asfáltico con un grado de penetración 60 - 70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o medio se permitirá el empleo de cemento asfáltico 85 – 100. Para vías o carriles especiales donde se espere el paso de un tráfico muy pesado, se admitirá el empleo de cementos asfálticos mejorados. La clasificación del tráfico se muestra en la tabla 405-5.4. El cemento asfáltico que se utilice deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en el numeral 810.2.

Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán

cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 811.2, para agregados tipo A, B o C. Los agregados estarán compuestos en todos los casos por fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas.

Las mezclas asfálticas a emplearse en capas de rodadura para vías de tráfico pesado y muy pesado deberán cumplir que la relación entre el porcentaje en peso del agregado pasante del tamiz INEN 75micrones y el contenido de asfalto en porcentaje en peso del total de la mezcla (relación filler/betún), sea mayor o igual a 0,8 y nunca superior a 1,2. Para la mezcla asfáltica deberán emplearse una de las granulometrías indicadas en las tablas 405-5.1.

En el contrato se determinará el tipo y graduación de los agregados, de acuerdo con las condiciones de empleo y utilización que se previene para la carpeta asfáltica.

Tabla 405-5.1.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
½" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80		90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

- *Reemplaza la Tabla 405.5.1 en la Especificaciones Técnicas para Construcción de Caminos y Puentes (MOP-001-F-1993) por las siguientes:*

Equipo .-

Plantas mezcladoras.- Las plantas para la preparación de hormigón asfáltico utilizadas por el Contratista, podrán ser continuas o por paradas, y deberán cumplir los requisitos que se establezcan más adelante para cada una de ellas específicamente, además de lo cual todas deberán satisfacer las exigencias siguientes:

- a) **Equipo para manejo del asfalto:** Los tanques para almacenamiento del asfalto deberán estar equipados con serpentines de circulación de vapor o aceite que permitan un calentamiento seguro, sin que existan probabilidades de producirse incendios u otros accidentes; y con dispositivos que posibiliten un control efectivo de temperaturas en cualquier momento. Los tanques para almacenamiento deberán tener capacidad suficiente de reserva para al menos un día de trabajo sin interrupciones; el sistema de circulación a las balanzas de dosificación, mezcladora, etc., deberá tener capacidad suficiente para un caudal uniforme, y deberá estar provisto de camisas de aislamiento térmico y conservación de la temperatura. Deberá proveerse de dispositivos confiables para medición y muestreo del asfalto de los tanques.
- b) **Secador:** La planta deberá estar equipada con un horno secador rotativo para agregados, con suficiente capacidad para proveer los agregados secos y a la temperatura necesaria, a fin de mantener a la mezcladora trabajando continuamente y a su máximo rendimiento. Dispondrá de dispositivos para medición de la temperatura de los agregados al salir del horno, que trabajen con un máximo de error de 5 °C.

El horno secador estará diseñado con una longitud y un número de revoluciones tales que permitan recibir los agregados y movilizarlos hacia

la salida en una forma regular y continua, a fin de entregarlos al alimentador de las cribas totalmente secos y en la temperatura necesaria, mediante un flujo permanente, adecuado y sin interrupciones. De todas maneras, el Fiscalizador deberá obtener las muestras necesarias en forma periódica de los agregados transportados a la planta, para comprobar la calidad del secamiento en el núcleo de los mismos.

- c) Cribas y tolvas de recepción: La planta dispondrá de las cribas suficientes para tamizar el agregado proveniente del secador y separarlo en las graduaciones requeridas para alojarlas en las diferentes tolvas individuales de recepción.

Los tamices a utilizarse para la separación de las diferentes graduaciones, no permitirán que cualquier tolva reciba más de un 10% de material de tamaño mayor o menor que el especificado.

Las tolvas para almacenamiento del agregado caliente deberán tener tamaño suficiente, para conservar una cantidad de agregados que permita la alimentación de la mezcladora trabajando a su máximo rendimiento. Existirán al menos tres tolvas para las diferentes graduaciones, y una adicional para el relleno mineral que se utilizará cuando sea necesario. Cada tolva individual estará provista de un desbordamiento que impida la entrada del exceso de material de uno a otro compartimiento, y que descargue este exceso hasta el piso por medio de una tubería, para evitar accidentes.

Las tolvas estarán provistas de dispositivos para control de la cantidad de agregados y extracción de muestras en cualquier momento.

- d) Dispositivos para dosificación del asfalto: La planta estará provista de balanzas de pesaje o de dispositivos de medición y calibración del asfalto,

para asegurar que la dosificación de la mezcla se halle dentro de las tolerancias especificadas en la fórmula maestra de obra.

El asfalto medido, ya sea por peso o por volumen, deberá ser descargado a la mezcladora, mediante una abertura o una barra esparcidora cuya longitud será al menos igual a las tres cuartas partes de la longitud de la mezcladora, a fin de lograr una distribución uniforme e inmediata al mezclado en seco.

Los dispositivos para la dosificación estarán provistos de medios exactos de medición y control de temperaturas y pesos o volúmenes. La temperatura será medida en la cañería que conduce el asfalto a las válvulas de descarga a la entrada de la mezcladora.

- e) Colector de polvo: La planta estará equipada con un colector de polvo de tipo ciclón que recolecte el polvo producido en el proceso de alimentación y mezclado.

Este colector estará diseñado en forma de poder devolver, en caso necesario, el polvo recolectado o parte de él a la mezcladora, o de conducirlo al exterior a un lugar protegido para no causar contaminación ambiental.

- f) Laboratorio de campo: Se deberá contar con el equipo necesario para poder realizar ensayos de la categoría 1 según la subsección 810-2.04, con el objetivo de que antes de descargar el cemento asfáltico a los reservorios desde el tanquero-cisterna este sea evaluado y certificado. Se contará también con el equipo necesario para evaluar la composición de las mezclas y la temperatura de fabricación de las mismas.

- g) Medidas de seguridad: Las plantas deberán disponer de escaleras metálicas seguras para el acceso a las plataformas superiores, dispuestas de tal manera de tener acceso a todos los sitios de control de las operaciones. Todas las

piezas móviles como poleas, engranajes, cadenas, correas, etc., deberán hallarse debidamente protegidas para evitar cualquier posibilidad de accidentes con el personal. El espacio de acceso bajo la mezcladora para los camiones, deberá ser amplio, para maniobrar con facilidad a la entrada y a la salida. El contratista proveerá además de una plataforma de altura suficiente, para que el Fiscalizador pueda acceder con facilidad a tomar las muestras necesarias en los camiones de transporte de la mezcla.

1.- Exigencias especiales para plantas discontinuas:

- a) Dispositivos de dosificación: Las balanzas para pesar los agregados deberán ser capaces de producir medidas exactas para cada fracción, con una precisión de 0.5% del peso indicado para cualquier carga. Cada fracción que deba pesarse ingresará a un cajón de pesaje suspendido por las balanzas, con capacidad suficiente para recibir la totalidad de la parada con margen de seguridad para evitar el desborde. El cajón permanecerá cerrado y no deberá perder ningún material, hasta completar la parada total de agregados que ingresarán a la mezcladora el momento de la descarga de una manera instantánea. Los soportes del cajón de pesaje estarán libres de cualquier interferencia para permitir un pesaje efectivo en todo momento.

Las balanzas serán de tipo dial sin resortes, de fabricación comercial reconocida y con escala que permita apreciar al menos 5 Kg, empezando su funcionamiento con un peso máximo de 45 Kg. La capacidad total de la balanza será hasta 1.5 veces la capacidad de la mezcladora por paradas.

El dial deberá estar provisto de agujas para señalar los pesos de cada fracción que se vaya vertiendo en el cajón de pesaje. El movimiento de las agujas estará diseñado para evitar cualquier reflexión sobre el dial y el cristal de protección no deberá permitir refracciones que dificulten la lectura precisa.

La balanza para pesar el material bituminoso deberá ser de idéntica factura que las balanzas para agregados, pero la subdivisión mínima de la escala será de 1 Kg y el dial deberá iniciar el control de pesaje con un peso máximo de 5 Kg. La capacidad de estas balanzas para pesar materiales bituminosos será 1.15 veces mayor que el peso del asfalto a agregar a cada parada.

Las balanzas, tanto para los agregados como para el asfalto deberán ser calibradas tantas veces como el Fiscalizador lo juzgue conveniente para asegurar la continuidad y uniformidad del pesaje. El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la calibración, incluyendo las pesas apropiadas, y deberá prestar todas las facilidades para que se efectúe la comprobación a satisfacción del Fiscalizador.

La precisión del equipo para medir el asfalto estará dentro del 0.5% de tolerancia sobre cualquier peso requerido.

Una vez pesado el asfalto que se utilizará en una parada, se accionarán las válvulas manual o automáticamente, para descargar el asfalto dentro de la mezcladora en un lapso máximo de 15 segundos. La descarga del asfalto deberá producirse en cuanto la mezcladora termine su período de mezclado de los agregados en seco.

- b) Mezcladora: La mezcladora será de paletas giratorias dobles, para mezcla tipo amasado, con un número suficiente de paletas para producir una mezcla homogénea y dentro de las tolerancias fijadas para la fórmula maestra de obra. La separación entre ejes y paletas será tal que no cause fracturación del agregado grueso al momento del mezclado.

La mezcladora podrá ser de cajón cerrado o abierto con tapa móvil, para evitar pérdida del relleno mineral o material fino al momento del mezclado inicial. En todo caso, su diseño permitirá tomar con facilidad las muestras

necesarias de la mezcla. Estará equipada con dispositivos exactos para medir y controlar el tiempo de mezclado por cada parada, con precisión de 5 segundos. Contará también con un registrador automático del número de paradas producidas.

2.- Exigencias especiales para plantas continuas:

- a) Dispositivos de dosificación, control y calibración: La planta de mezcla continua deberá incluir los dispositivos necesarios para la dosificación exacta de los agregados y el asfalto, sea por volumen o por peso. Previamente al ingreso al secador de la planta, los agregados en frío deberán estar completamente secos.

Cuando se efectúe un control de los agregados por volumen, cada tolva de almacenamiento individual dispondrá de una compuerta regulable exactamente, para formar el orificio de dosificación volumétrica, el cual será rectangular y ajustable en sus dimensiones, y deberá estar provisto de registradores para indicar la abertura en cualquier momento.

Las aberturas de salida de las tolvas serán calibradas por medio del pesaje de muestras tomadas de cada compartimiento, utilizando el equipo de control de las muestras proporcionado por el Contratista, equipo que permitirá una exactitud de pesaje dentro del 0.5% de error sobre el peso indicado.

Cuando se requiera de relleno mineral, éste será introducido a la mezcladora desde una tolva individual, equipada con un dispositivo exacto para la dosificación, y que trabajará sincronizadamente con los alimentadores del agregado y del asfalto.

- b) Sincronización de la alimentación: La planta deberá contar con los medios adecuados para asegurar una sincronización efectiva entre el suministro de

los agregados provenientes de las tolvas a la mezcladora, y el suministro del asfalto desde el dispositivo de dosificación, para lograr mezclas homogéneas y uniformes.

Las tolvas individuales de los agregados deberán estar provistas de dispositivos de señalización, para indicar el nivel del agregado y detener automáticamente el funcionamiento de la planta cuando la cantidad de agregado en la tolva sea insuficiente. Así mismo, el sistema de almacenamiento del asfalto dispondrá de dispositivos similares para control y parada de la planta en el momento oportuno.

- c) Mezcladora: La planta estará dotada de una mezcladora continua, de diseño capaz de producir una mezcla uniforme dentro de los límites de tolerancia fijados para la fórmula maestra de obra. Las paletas serán reversibles y de ángulo ajustable, para calibrar el paso de la mezcla. El embudo de descarga de la mezcla será tal que permita una descarga rápida y completa de toda la mezcla.

La planta deberá disponer de los datos de fábrica que señalen el régimen de alimentación de los agregados por minuto, para operación a velocidad normal. Deberá contar también con una placa que indique el contenido neto volumétrico de la mezcladora, a los varios niveles marcados en un limnómetro permanente.

Equipo de transporte.- Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados cuidadosamente y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal. Una vez cargada, la mezcla deberá ser protegida con una cubierta de lona, para evitar pérdida de calor y contaminación con polvo u otras impurezas del ambiente.

Equipo de distribución de la mezcla.- La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuada mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y ancho especificados.

Las terminadoras estarán provistas de una tolva delantera de suficiente capacidad para recibir la mezcla del camión de volteo; trasladará la mezcla al cajón posterior, que contendrá un tornillo sinfín para repartirla uniformemente en todo el ancho, que deberá ser regulable. Dispondrá también de una plancha enrasadora vibrante para igualar y apisonar la mezcla; esta plancha podrá ser fijada en diferentes alturas y pendientes para lograr la sección transversal especificada.

La descarga de la mezcla en la tolva de la terminadora deberá efectuarse cuidadosamente, en tal forma de impedir que los camiones golpeen la máquina y causen movimientos bruscos que puedan afectar a la calidad de la superficie terminada.

Para completar la distribución en secciones irregulares, así como para corregir algún pequeño defecto de la superficie, especialmente en los bordes, se usarán rastrillos manuales de metal y madera que deberán ser provistos por el Contratista.

Equipo de compactación.- El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. El número necesario de rodillos dependerá de la superficie y espesor de la mezcla que deberá compactarse, mientras se halla en condiciones trabajables.

Los rodillos lisos de tres ruedas deberán tener un peso entre 10 y 12 toneladas, y los tandem entre 8 y 10 toneladas. Los rodillos neumáticos serán de llantas lisas y tendrán una carga por rueda y una presión de inflado convenientes para el espesor de la carpeta. Como mínimo, para carpetas de 5 cm. de espesor compactado, tendrán 1.000 Kg por rueda y presión de inflado de 6.0 Kg/cm².

Ensayos y Tolerancias.- Los agregados deberán cumplir los requisitos de calidad, cuyas pruebas están determinadas en la subsección 811-2. La granulometría será comprobada mediante el ensayo INEN 696, que se efectuará sobre muestras que se tomarán periódicamente de los acopios de existencia, de las tolvas de recepción en caliente y de la mezcla asfáltica preparada, para asegurar que se encuentre dentro de las tolerancias establecidas para la fórmula maestra de obra.

La calidad del material asfáltico será comprobada mediante las normas indicadas en la subsección 810-2 para cementos asfálticos.

La mezcla deberá cumplir los requisitos especificados en la Tabla 405-5.2.

Las muestras de hormigón asfáltico serán tomadas de la mezcla preparada de acuerdo con la fórmula maestra de obra, y sometidas a los ensayos según el método Marshall.

El hormigón asfáltico que se produzca en la planta deberá cumplir con la fórmula maestra de obra indicada en el numeral 405-5.05.1, dentro de las siguientes tolerancias:

- a) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz de 1/2" (12.5 mm.) y mayores: $\pm 8\%$.
- b) Peso de los agregados secos que pasen los tamices de 3/8" (9.5 mm.) y N° 4 (4.75 mm.): $\pm 7\%$.
- c) Peso de los agregados secos que pasen los tamices N° 8 (2.36 mm.) y N° 16 (1.18 mm.): $\pm 6\%$.
- d) Peso de los agregados secos que pasen los tamices N° 30 (0.60 mm.) y N° 50 (0.30 mm.): $\pm 5\%$.

- e) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz N° 100 (0.15 mm.):
 $\pm 4\%$.
- f) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz N° 200 (0.075 mm.): $\pm 3\%$
- g) Dosificación del material asfáltico en peso: $\pm 0.3\%$
- h) Temperatura de la mezcla al salir de la mezcladora: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.
- i) Temperatura de la mezcla al colocarla en el sitio: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

El espesor de la capa terminada de hormigón asfáltico no deberá variar en más de 6 mm. de lo especificado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores medidos, en ningún caso será menor que el espesor establecido en el contrato.

Las cotas de la superficie terminada no deberán variar en más de un centímetro de las cotas establecidas en los planos. La pendiente transversal de la superficie deberá ser uniforme y lisa, y en ningún sitio tendrá una desviación mayor a 6 mm. con el perfil establecido.

Concluida la compactación de la carpeta asfáltica, el Fiscalizador deberá comprobar los espesores, la densidad de la mezcla y su composición, a intervalos de 500 a 800 metros lineales en sitios elegidos al azar, a los lados del eje del camino, mediante extracción de muestras. El contratista deberá rellenar los huecos originados por las comprobaciones, con la misma mezcla asfáltica y compactarla a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago adicional por este trabajo.

Cuando las mediciones de comprobación indicadas señalen para el espesor una variación mayor que la especificada arriba, o cuando el ensayo de densidad indique un valor inferior al 97% de la densidad máxima establecida en el laboratorio, o cuando la composición de la mezcla no se encuentre dentro de las tolerancias

admitidas, el Fiscalizador efectuará las mediciones adicionales necesarias para definir con precisión el área de la zona deficiente. En caso de encontrarse sectores inaceptables, tanto en espesor como en composición o en densidad, el Contratista deberá reconstruir completamente el área afectada, a su costa, y de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador.

En las vías con tráfico catalogado como muy pesado, las mezclas asfálticas a emplearse para la capa de rodadura deben de ser sometidas además a un estudio detallado que incluya:

Ya que estos estudios pueden realizarse con diferentes equipos y procedimientos, los mismos estarán especificados en el contrato.

Para el diseño de las mezclas asfálticas abiertas se recomienda determinar previamente un contenido de asfalto referencial por alguna ecuación que relacione el mismo con la superficie específica de los agregados combinados.

En las mezclas asfálticas tipo E y G, si existe material retenido en el tamiz INEN 25.4 mm, tanto la estabilidad como el flujo se deberán evaluar siguiendo el llamado Método Marshall Modificado. El procedimiento es básicamente el mismo que el método estándar excepto por ciertas diferencias debido al tamaño del agregado, las cuales son:

- 1.- El martillo pesa 10.2 Kg. y tiene 149.4 mm de diámetro. Solo se permite utilizar un equipo mecánico para darle los 457 mm de caída, igual que al método estándar.
- 2.- La briqueta tiene 152.4 mm de diámetro y un promedio de 95.2 mm de altura.

- 3.- Se elabora una briqueta a la vez, la mezcla necesaria para la misma pesa alrededor de 4 Kg.
- 4.- Tanto el molde de compactación como el molde de ensayo serán de 152.4 mm de diámetro.
- 5.- La mezcla es colocada en el molde en dos capas, a cada capa se la debe escarificar con la espátula como a una briqueta estándar.
- 6.- El número de golpes requerido para estas briquetas es 1.5 veces que el requerido para las briquetas de tamaño estándar para obtener una compactación equivalente.
- 7.- La estabilidad mínima será de 2.25 veces y el flujo máximo será 1.5 veces el mismo criterio listado en la tabla 405.5.4 para briquetas de tamaño estándar.
- 8.- Similar al procedimiento estándar, la Tabla No. 405.5.3. debe ser usada para convertir la estabilidad medida a un valor equivalente referido a un espécimen de 95.2 mm de altura.

TABLA 405-5.3

Altura Aproximada (mm)	Volumen del Espécimen (cc)	Factor de Ajuste
88.9	1608 a 1626	1.12
90.5	1637 a 1665	1.09
92.1	1666 a 1694	1.06
93.7	1695 a 1723	1.03
95.2	1724 a 1752	1.00
96.8	1753 a 1781	0.97
98.4	1782 a 1810	0.95
100.0	1811 a 1839	0.92
101.6	1840 a 1868	0.90

Se realizará una serie de 3 extracciones de núcleos como mínimo cada 10.000 m² o por cada 1.000 toneladas de mezcla para la carpeta de rodadura con vista a comprobar la densidad en el sitio. Se harán por lo menos 15 determinaciones de densidades por medio de un densímetro nuclear cada 10.000 m² o por cada 1.000 toneladas de carpeta de rodadura. Los puntos específicos donde se realizarán estas evaluaciones deberán determinarse previamente por métodos estadísticos empleando una tabla de números aleatorios.

TABLA 405.5.4

TIPO DE TRAFICO	Muy Pesado		Pesado		Medio		Liviano	
CRITERIOS MARSHALL	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
No. De Golpes/Cara	75		75		50		50	
Estabilidad (libras)	2200	---	1800	---	1200	----	1000 2400	
Flujo (pulgada/100)	8	14	8	14	8	16	8	16
% de vacíos en mezcla								
- Capa de Rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
- Capa Intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
- Capa de Base	3	9	3	9	3	9	3	9

2.- **Clasificación del tráfico.** Es función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDP) esperada por el carril de diseño en el momento de poner en funcionamiento la vía, luego de su construcción o de su rehabilitación.

Los vehículos pesados no comprenden autos, camionetas ni tractores sin remolque.

TRAFICO	IMDP
Liviano	Menos de 50
Medio	50 a 200
Pesado	200 a 1000
Muy pesado	Más de 1000

TABLA 405-5.5

Tipo de Mezcla	VAM, Mínimo (%)
A	16
B	15
C, D	14
E	13

NOTA: Las mezclas abiertas se excluyen de esta comprobación.

Procedimientos de trabajo.

Fórmula Maestra de Obra.- Antes de iniciarse ninguna preparación de hormigón asfáltico para utilizarlo en obra, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra de obra, preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes, a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica. Toda la mezcla del hormigón asfáltico deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula maestra, dentro de las tolerancias aceptadas en el numeral 405-5.04, salvo que sea necesario modificarla durante el trabajo, debido a variaciones en los materiales.

La fórmula maestra establecerá:

- 1) las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados;
- 2) el porcentaje de material asfáltico para la dosificación, en relación al peso total de todos los agregados, inclusive el relleno mineral y aditivos para el asfalto si se los utilizare;
- 3) la temperatura que deberá tener el hormigón al salir de la mezcladora, y
- 4) la temperatura que deberá tener la mezcla al colocarla en sitio.

Dosificación y Mezclado.- Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar a la planta. La separación de las diferentes fracciones de los agregados será sometida por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador. Para el almacenaje y el desplazamiento de los agregados de estas tolvas al secador de la planta, deberá emplearse medios que eviten la segregación o degradación de las diferentes fracciones.

Los agregados se secarán en el horno secador por el tiempo y a la temperatura necesarios para reducir la humedad a un máximo de 1%; al momento de efectuar la mezcla, deberá comprobarse que los núcleos de los agregados cumplan este requisito. El calentamiento será uniforme y graduado, para evitar cualquier deterioro de los agregados. Los agregados secos y calientes pasarán a las tolvas de recepción en la planta asfáltica, desde donde serán dosificados en sus distintas fracciones, de acuerdo con la fórmula maestra de obra, para ser introducidos en la mezcladora.

- a) Dosificación: El contratista deberá disponer del número de tolvas que considere necesarias para obtener una granulometría que cumpla con todos los requerimientos según el tipo de mezcla asfáltica especificada para el respectivo proyecto.

De ser necesario podrá utilizar relleno mineral, que lo almacenará en un compartimiento cerrado, desde donde se lo alimentará directamente a la mezcladora, a través de la balanza para el pesaje independiente de los agregados, en el caso de usarse plantas mezcladora por paradas. Si se

utiliza una planta de mezcla continua, el relleno mineral será introducido directamente a la mezcladora, a través de una alimentadora continua eléctrica o mecánica, provista de medios para la calibración y regulación de cantidad .

- b) Mezclado: La mezcla de los agregados y el asfalto será efectuada en una planta central de mezcla continua o por paradas. Según el caso, los agregados y el asfalto podrán ser dosificados por volumen o al peso.

La cantidad de agregados y asfalto por mezclar estará dentro de los límites de capacidad establecida por el fabricante de la planta, para la carga de cada parada o la razón de alimentación en las mezcladoras continuas. De todos modos, de existir sitios en donde los materiales no se agiten suficientemente para lograr una mezcla uniforme, deberá reducirse la cantidad de los materiales para cada mezcla.

La temperatura del cemento asfáltico, al momento de la mezcla, estará entre los 135 °C y 160 °C, y la temperatura de los agregados, al momento de recibir el asfalto, deberá estar entre 120 °C y 160 °C. En ningún caso se introducirá en la mezcladora el árido a una temperatura mayor en más de 10 °C que la temperatura del asfalto.

El tiempo de mezclado de una carga se medirá desde que el cajón de pesaje comience a descargar los agregados en la mezcladora, hasta que se descargue la mezcla. Este tiempo debe ser suficiente para que todos los agregados estén recubiertos del material bituminoso y se logre una mezcla uniforme; generalmente se emplea un tiempo de un minuto aproximadamente.

En caso de que la planta esté provista de dispositivos de dosificación y control automáticos, el contratista podrá utilizarlos ajustándolos a la fórmula maestra y calibrando los tiempos de ciclo.

Si se utilizan plantas de mezcla continua, se introducirá a la mezcladora cada fracción de agregados y el relleno mineral si es necesario, por medio de una alimentadora continua, mecánica o eléctrica, que los traslade de cada tolva individual con abertura debidamente calibrada. El asfalto se introducirá a la mezcladora por medio de una bomba, que estará provista de un dispositivo de calibración y de control de flujo.

La temperatura a la que se debe mezclar los agregados y el cemento asfáltico será proporcionada por el gráfico temperatura-viscosidad según el cemento asfáltico recibido en la planta. Para mezclas cerradas y semicerradas la temperatura de mezclado más adecuada es aquella en que la viscosidad del ligante está comprendida entre 1,5 y 3,0 Poises, mientras que para mezclas abiertas la viscosidad debe estar entre 3,0 y 10,0 Poises. Se tenderá a que la temperatura del cemento asfáltico y los agregados sea la misma .

Distribución.- La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca, o sobre un pavimento existente.

Esta distribución no se iniciará si no se dispone en la obra de todos los medios suficientes de transporte, distribución, compactación, etc., para lograr un trabajo eficiente y sin demoras que afecten a la obra.

Además, el Fiscalizador rechazará todas las mezclas heterogéneas, sobrecalentadas o carbonizadas, todas las que tengan espuma o presenten indicios de humedad y todas aquellas en que la envoltura de los agregados con el asfalto no sea perfecta.

Una vez transportada la mezcla asfáltica al sitio, será vertida por los camiones en la máquina terminadora, la cual esparcirá el hormigón asfáltico sobre la superficie seca y preparada. Para evitar el desperdicio de la mezcla debido a lluvias repentinas, el

contratista deberá disponer de un equipo de comunicación confiable, entre la planta de preparación de la mezcla y el sitio de distribución en la vía .

La colocación de la carpeta deberá realizarse siempre bajo una buena iluminación natural o artificial. La distribución que se efectúe con las terminadoras deberá guardar los requisitos de continuidad, uniformidad, ancho, espesor, textura, pendientes, etc., especificados en el contrato.

El Fiscalizador determinará el espesor para la distribución de la mezcla, a fin de lograr el espesor compactado especificado. De todos modos, el máximo espesor de una capa será aquel que consiga un espesor compactado de 7.5 centímetros. El momento de la distribución se deberá medir los espesores a intervalos, a fin de efectuar de inmediato los ajustes necesarios para mantener el espesor requerido en toda la capa.

Las juntas longitudinales de la capa superior de una carpeta deberán ubicarse en la unión de dos carriles de tránsito; en las capas inferiores deberán ubicarse a unos 15 cm. de la unión de los carriles en forma alternada, a fin de formar un traslapo. Para formar las juntas transversales de construcción, se deberá recortar verticalmente todo el ancho y espesor de la capa que vaya a continuarse.

En secciones irregulares pequeñas, en donde no sea posible utilizar la terminadora, podrá completarse la distribución manualmente, respetando los mismos requisitos anotados arriba.

Compactación : La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85 °C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.

Con la compactación inicial deberá alcanzarse casi la totalidad de la densidad en obra y la misma se realizará con rodillos lisos de ruedas de acero vibratorios,

continuándose con compactadores de neumáticos con presión elevada. Con la compactación intermedia se sigue densificando la mezcla antes que la misma se enfríe por debajo de 85 °C y se va sellando la superficie.

Al utilizar compactadores vibratorios se tendrá en cuenta el ajuste de la frecuencia y la velocidad del rodillo, para que al menos se produzcan 30 impactos de vibración por cada metro de recorrido. Para ello se recomienda usar la frecuencia nominal máxima y ajustar la velocidad de compactación. Con respecto a la amplitud de la vibración, se deberá utilizar la recomendación del fabricante para el equipo en cuestión.

En la compactación de capas delgadas no se debe usar vibración y la velocidad de la compactadora no deberá superar los 5 km/hora. Además, ante mezclas asfálticas con bajas estabilidades el empleo de compactadores neumáticos deberá hacerse con presiones de neumáticos reducidas.

Con la compactación final se deberá mejorar estéticamente la superficie, eliminando las posibles marcas dejadas en la compactación intermedia. Deberá realizarse cuando la mezcla esté aún caliente empleando rodillos lisos metálicos estáticos o vibratorios (sin emplear vibración en este caso)

En capas de gran espesor o ante materiales muy calientes se recomienda dar las dos primeras pasadas sin vibración para evitar marcas difíciles de eliminar posteriormente. Ante esta situación, si se utilizaran rodillos neumáticos, se aconseja comenzar a compactar con presiones bajas en los neumáticos aumentando paulatinamente la misma según el comportamiento de la capa.

Se deben realizar tramos de prueba para establecer el patrón de compactación para minimizar el número de pasadas en la zona apropiada de temperatura y obtener la densidad deseada. El patrón de compactación podrá variar de proyecto en proyecto, según las condiciones climáticas, los equipos utilizados, el tipo de mezcla, el patrón de recorrido, etc. La secuencia de las operaciones de

compactación y la selección de los tipos de compactadores tiene que proveer la densidad de pavimentación especificada. El Fiscalizador deberá aprobar el patrón de compactación propuesto por el Contratista para la obra en cuestión.

A menos que se indique lo contrario, la compactación tiene que comenzar en los costados y proceder longitudinalmente paralelo a la línea central del camino, recubriendo cada recorrido la mitad del ancho de la compactadora, progresando gradualmente hacia el coronamiento del camino. Cuando la compactación se realice en forma escalonada o cuando limite con una vía colocada anteriormente, la junta longitudinal tiene que ser primeramente compactada, siguiendo con el procedimiento normal de compactación. En curvas peraltadas, la compactación tiene que comenzar en el lado inferior y progresar hacia el lado superior, superponiendo recorridos longitudinales paralelos a la línea central.

Para impedir que la mezcla se adhiera a las compactadoras, puede que sea necesario mantener las ruedas adecuadamente humedecidas con agua, o agua mezclada con cantidades muy pequeñas de detergente u otro material aprobado. No se admitirá el exceso de líquido ni el empleo de fuel oil para este fin.

En los lugares inaccesibles a los rodillos se deberá efectuar la compactación de la mezcla con pisonos mecánicos, hasta obtener la densidad y acabado especificados.

La capa de hormigón asfáltico compactada deberá presentar una textura lisa y uniforme, sin fisuras ni rugosidades, y estará construida de conformidad con los alineamientos, espesores, cotas y perfiles estipulados en el contrato. Mientras esté en proceso la compactación, no se permitirá ninguna circulación vehicular.

Cuando deba completarse y conformarse los espaldones adyacentes a la carpeta, deberán recortarse los bordes a la línea establecida en los planos.

El contratista deberá observar cuidadosamente la densidad durante el proceso de compactación mediante la utilización de instrumentos nucleares de la medición de

la densidad para asegurar que se está obteniendo la compactación mínima requerida.

Sellado.- Si los documentos contractuales estipulan la colocación de una capa de sello sobre la carpeta terminada, ésta se colocará de acuerdo con los requerimientos correspondientes determinados en la subsección 405-6 y cuando el Fiscalizador lo autorice, que en ningún caso será antes de una semana de que la carpeta haya sido abierta al tránsito público.

Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador.

En casos especiales la medición para el pago podrá también ser efectuada en toneladas de mezcla efectivamente usada para la construcción de la carpeta, de acuerdo con los planos, especificaciones y más estipulaciones contractuales. En este caso, se computarán para el pago las toneladas pesadas y transportadas en los volquetes.

En todo caso, la forma de pago estará determinada en el contrato, sea en toneladas de hormigón suelto o en metros cuadrados de carpeta compactada al espesor requerido.

Pago.- Las cantidades determinadas en cualquiera de las formas establecidas en el numeral anterior, serán pagadas a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por la mano de obra, equipo,

herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

N° del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
405-5 Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de....cm. de espesor.....	Metro cuadrado (m ²)
405-5 (1) Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta.....	Tonelada (t)

205 CONTROL DEL POLVO

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.

Procedimientos de Trabajo.- En caso de usar el agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores a presión. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador. La rata de aplicación será entre los 0,90 y los 3,5 litros por metro cuadrado, conforme indique el Fiscalizador, así como su frecuencia de aplicación.

Al efectuar el control de polvo con carros cisternas, la velocidad máxima de aplicación será de 5 Km/h.

Medición.- Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán los miles de litros de agua de aplicación verificada por el Fiscalizador

Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios que consten en el contrato, para los rubros abajo designados.

No se efectuará ningún pago adicional al Contratista por la aplicación de paliativos contra el polvo en horas fuera de la jornada de trabajo normal o en los días no laborables. Tampoco se ajustará el precio unitario en caso de que la cantidad realmente utilizada sea mayor o menor que la cantidad estimada en el presupuesto del contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la distribución de agua, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
205- (1) Agua para control de polvo.....	Miles de litros

801. HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND.

Generalidades.

Objetivos.- La presente especificación tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir el hormigón de cemento Portland, para su utilización en la construcción de piezas estructurales de este material, incluyendo los pavimentos rígidos.

Alcance y limitaciones.- Esta especificación se aplica a toda estructura o elemento que requiera para su construcción, hormigón de cemento Portland.

Clases de hormigón.- Con la finalidad de establecer una guía en el uso de las diferentes clases de hormigón, cuando no se indican en los planos, se recomienda usar la Tabla 801-1.1.

Adicionales o especiales.- El Constructor presentará los diseños del hormigón al Fiscalizador, quien realizará por su cuenta ensayos de comprobación. Si existen divergencias entre ellos, se realizará un tercer ensayo en presencia del Fiscalizador y Contratista. Si los resultados de este tercer ensayo son satisfactorios se mantendrá el diseño; caso contrario, el Fiscalizador ordenará el cambio del diseño, hasta conseguir que se cumplan con los requisitos especificados para la obra.

Si se requiere de aditivos para la fabricación de hormigón, estos deberán cumplir lo estipulado en el Capítulo 805 de las presentes especificaciones.

801-1.03. Clases de hormigón.- Con la finalidad de establecer una guía en el uso de las diferentes clases de hormigón, cuando no se indican en los planos, se recomienda usar la Tabla 801-1.1.

801-1.04. Adicionales o especiales.- El Constructor presentará los diseños del hormigón al Fiscalizador, quien realizará por su cuenta ensayos de comprobación. Si existen divergencias entre ellos, se realizará un tercer ensayo en presencia del Fiscalizador y Contratista. Si los resultados de este tercer ensayo son satisfactorios se mantendrá el diseño; caso contrario, el Fiscalizador ordenará el cambio del diseño, hasta conseguir que se cumplan con los requisitos especificados para la obra.

Si se requiere de aditivos para la fabricación de hormigón, estos deberán cumplir lo estipulado en el Capítulo 805 de las presentes especificaciones.

Fabricación del Hormigón.

801-2.01. Almacenamiento de agregados.- El manipuleo y almacenamiento de agregados para hormigones se hará en forma tal que se evite la segregación de los tamaños componentes o la mezcla con materiales extraños.

CLASE	TIPO DE HORMIGÓN	RESISTENCIA ESPECIFICADA A COMPRESIÓN f c Mpa	RESISTENCIA ESPECIFICADA A TRACCIÓN POR FLEXION MR Mpa	RELACION AGUA/ CEMENTO *	USO GENERAL (solamente información)
A	Estructura Especial	> 28	N/A	0.44	Obras de gran envergadura Puentes. Losa superior de alcantarillas de tráfico directo. Elementos prefabricados. Tanques y reservorios
B	Estructural	Entre 21 y 28	N/A	0.58	Losas, vigas, viguetas, columnas, nervaduras de acero, alcantarillas de cajón, estribos, muros, zapatas armadas.
C	Para elementos trabajando a tracción	N/A	> 3.5	0.46	Pavimentos rígidos, tanques y reservorios cilíndricos o cónicos
D	Para compactar con rodillo o con pavimentadora	N/A	> 3.5	0.36	Pavimentos, presas de gravedad
E	No estructural	Entre 14 y 18	N/A	0.65	Zapatas sin armar, replantillos, bordillos, contrapisos
F	Ciclópeo	> 12	N/A	0.70	Muros, estribos y plintos no estructurales
G	Relleno fluido	Entre 0.5 y 8	N/A	--	Rellenos para nivelación, bases de pavimentos, rellenos de zanjas y excavaciones

El cemento, y agregados livianos, deben permanecer siempre en lugares ventilados y ubicados de tal manera que la Fiscalización, pueda chequear fácilmente. Deben ser almacenados de tal manera que se asegure la conservación de sus cualidades y aptitudes para la obra. Los materiales de almacenamiento aún cuando hayan sido aprobados antes de ser almacenados, deben ser inspeccionados antes que se utilicen en la obra, todos los materiales tienen que ser manejados con precaución evitando que se pierdan o deterioren sus propiedades de diseño.

Solamente con el permiso de la Fiscalización se puede permitir que cantidades pequeñas de sacos abiertos de cemento permanezcan almacenados en pisos o plataformas bajo techo, pero no deben sobrepasar el tiempo máximo de 48 horas.

Cuando el almacenamiento de los agregados del concreto se realiza a mano, lo más importante es prevenir la contaminación con otros materiales.

Para el uso de los agregados es conveniente no remover por lo menos 15 cm. de la parte inferior.

El agregado debe ser almacenado en el menor tiempo posible para reducir el contenido libre de humedad.

Para asegurar un concreto uniforme, los agregados almacenados deberían mantenerse en un razonable contenido de humedad uniforme.

Es necesario mantener una lista de presentación y aprovisionamiento de aditivos. Esta lista deberá contener la dosificación para ser usada; además se debería solicitar una certificación de que el material ha sido proporcionado para tal requerimiento. Cuando el caso lo amerite y la Fiscalización lo solicite, es necesario obtener una certificación del laboratorio.

En obras de gran importancia se debería solicitar:

- 1.- El contenido químico, con su peso respectivo y sus tolerancias.

2. - Una muestra de 250 ml de aditivos.
3. - Cada 6 meses certificar la garantía para comprobar que el producto no ha sido cambiado.

Los chequeos pueden referirse al ASTM C 260 y ASTM C 494.

Planta y equipo de dosificación.- La planta dosificadora será de un tipo adecuado, e incluirá tolvas de almacenamiento con compartimientos separados para cada fracción de agregados.

Los controles de pesaje permitirán graduar la salida del material, incluyendo el retiro de cualquier exceso, si se sobrepasa el peso de un agregado.

Las tolvas de pesaje serán construidas de tal manera que puedan descargar totalmente los materiales y no produzcan vibraciones en las balanzas.

La planta de dosificación estará montada de tal manera que sus piezas estructurales se conserven niveladas perfectamente, con las tolerancias respectivas en los mecanismos de pesaje.

Las balanzas serán del tipo aprobado por el Fiscalizador y constituirán parte integrante de la planta dosificadora.

Los errores máximos permisibles para balanzas de agregados o de cemento serán:

- a) Para calibración: 0.5% de la carga neta.
- b) Para cemento: 1% de la carga neta en trabajo.
- c) Para agregados: 2% de la carga neta en trabajo.

Para efectos de verificar el peso de las balanzas se dispondrá de por lo menos 12 pesas de 20 kilogramos, y puede requerirse tal calibración cuando el Fiscalizador lo crea conveniente.

El Fiscalizador exigirá que las tolvas de agregados o las mezcladoras de hormigón dispongan de dispositivos satisfactorios, para pesar o medir aditivos en polvo o líquidos.

801-2.03. Requisitos Adicionales.- La planta mezcladora funcionará para cada dosificación por separado; cada carga se colocará en la planta, en forma completa.

Para el mezclado en planta, y si se utiliza cemento a granel, éste será pesado por separado y colocado dentro de una tolva en las cantidades estipuladas. Los agregados finos y cada uno de los tamaños de los agregados gruesos serán pesados y colocados en las cantidades fijadas dentro de las tolvas correspondientes.

Para el mezclado al pie de la obra los agregados serán pesados en la planta de dosificación y transportados al sitio en cajas de vehículos u otros recipientes diseñados para el objeto; cada compartimento del recipiente contendrá una mezcla completa de dosificación y se asegurará su separación mediante tabiques, que impedirán el paso de materiales de un compartimento a otro durante el transporte o descarga. El cemento a granel será transportado en un recipiente separado y cerrado herméticamente. El cemento en sacos podrá ser transportado sobre los agregados, y el número de sacos de cemento que correspondan a cada mezcla o carga de dosificación irá sobre los agregados de esa carga.

Si en una determinada obra el volumen de hormigón necesario resulta pequeño y no se justifica el montaje de una planta central de dosificación, el Contratista podrá, con permiso previo y por escrito del Fiscalizador, efectuar la dosificación de los materiales pesándolos en balanzas de plataforma aprobadas o midiéndolos en volúmenes sueltos.

Para el segundo caso, el Fiscalizador exigirá que las cantidades sean medidas por separado, de tal forma que asegure una dosificación uniforme, para lo cual se

podrán emplear cajones cuyos volúmenes hayan sido establecidos cuidadosamente y estén contruidos de un material que resista el uso. Los cajones que estén deteriorados o semidestruídos por el uso, serán retirados de la obra.

Para determinar los volúmenes de los agregados se exigirá un continuo control, a fin de evitar las posibles variaciones por efecto de la humedad de los agregados.

801-3. Mezclado y Transporte.

Generalidades.- En lo que sigue, se referirá a los procedimientos y normas de mezcla y transporte del hormigón, a los cuales se sujetará estrictamente el Contratista, bajo el control del Fiscalizador.

El hormigón podrá ser mezclado en obra, en una planta mezcladora central o en una mezcladora móvil, del tipo y capacidad aprobados por el Fiscalizador.

El equipo y los procedimientos para mezclar, transportar y colocar el hormigón deberá hacerse conocer al Fiscalizador por lo menos 10 días antes de comenzar el trabajo, para su aprobación.

Hormigón mezclado en obra.- Los materiales se colocarán en el tambor de la mezcladora, de modo que una parte del agua de amasado se coloque antes que los materiales secos; a continuación, el orden de entrada a la mezcladora será: parte de los agregados gruesos, cemento, arena, el resto del agua y finalmente el resto de los agregados gruesos. El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer cuarto del tiempo establecido para el mezclado. Los aditivos inclusores de aire deberán agregarse al agua, en las cantidades especificadas en el diseño, en la forma aconsejada por su fabricante o durante el tiempo fijado por el Fiscalizador.

El tambor de la mezcladora se operará a la velocidad recomendada por el fabricante y dentro de la capacidad especificada por él.

El tiempo de mezclado será 60 segundos como mínimo para mezcladoras de capacidad menor de 0,75 metros cúbicos, y de por lo menos 90 segundos para mezcladores con capacidad de 0,75 metros cúbicos o más; en ningún caso deberá sobrepasar los 5 minutos. El tiempo de mezclado se medirá desde el momento en que todos los ingredientes, excepto el agua, se hayan introducido al tambor. La mezcladora deberá disponer de dispositivos adecuados para el control del tiempo de mezclado.

Cuando las condiciones de la obra impongan el empleo de aditivos que no se hayan establecido en los documentos contractuales, su utilización será permitida previo permiso escrito del Fiscalizador.

No se permitirá el exceso de mezclado ni el reamasado que requiera de adición de agua para conservar la consistencia requerida.

La capacidad mínima de una mezcladora será la equivalente a la de un saco de cemento. El volumen de una mezcla de hormigón deberá prepararse para una cantidad entera de sacos de cemento, excepto cuando se utilice cemento al granel.

Los sacos de cemento que por cualquier razón hayan sido parcialmente usados o que contengan cemento endurecido serán retirados. La mezcladora deberá limpiarse periódica y minuciosamente, de manera que se asegure una correcta preparación del hormigón cuando se reanude la operación.

Hormigón mezclado en planta.- El mezclado en planta central cumplirá con los requisitos para mezclado en obra. Si se usa para el transporte

del hormigón una mezcladora de tambor giratorio, del tipo cerrado y hermético, el tiempo inicial del mezclado en planta central podrá reducirse a 50 segundos y completarse el proceso durante el transporte, siendo este tiempo igual al especificado en el siguiente numeral.

Hormigón mezclado en camión.- Las mezcladoras sobre camión serán del tipo de tambor giratorio, impermeables y de construcción tal que el hormigón mezclado forme una masa completamente homogénea.

Los agregados y el cemento serán medidos con precisión en la planta central, luego de lo cual se cargará el tambor que transportará la mezcla. La mezcladora del camión estará equipada con un tanque para medición de agua; solamente se llenará el tanque con la cantidad de agua establecida, a menos que se tenga un dispositivo que permita comprobar la cantidad de agua añadida. La cantidad de agua para cada carga podrá añadirse directamente, en cuyo caso no se requiere tanque en el camión.

La capacidad de las mezcladoras sobre camión será la fijada por su fabricante, y el volumen máximo que se transportará en cada carga será el 60 % de la capacidad nominal para mezclado, o el 80 % del mismo para la agitación en transporte.

El mezclado en tambores giratorios sobre camiones deberá producir hormigón de una consistencia adecuada y uniforme, la que será comprobada por el Fiscalizador cuando él lo estime conveniente. El mezclado se empezará hasta dentro de 30 minutos luego de que se ha añadido el cemento al tambor y se encuentre éste con el agua y los agregados. Si la temperatura del tambor está sobre los 32 grados centígrados y el cemento que se utiliza es de fraguado rápido, el límite de tiempo antedicho se reducirá a 15 minutos.

La duración del mezclado se establecerá en función del número de revoluciones a la velocidad de rotación señalada por el fabricante. El mezclado que se realice en un tambor giratorio no será inferior a 70 ni mayor que 100 revoluciones. Para verificar la duración del mezclado, se instalará un contador adecuado que indique las revoluciones del tambor; el contador se accionará una vez que todos los ingredientes del hormigón se encuentren dentro del tambor y se comience el mezclado a la velocidad especificada.

Transporte de la mezcla.- La entrega del hormigón para estructuras se hará dentro de un período máximo de 1,5 horas, contadas a partir del ingreso del agua al tambor de la mezcladora; en el transcurso de este tiempo la mezcla se mantendrá en continua agitación. En condiciones favorables para un fraguado más rápido, como tiempo caluroso, el Fiscalizador podrá exigir la entrega del hormigón en un tiempo menor al señalado anteriormente.

El vaciado del hormigón se lo hará en forma continua, de manera que no se produzca, en el intervalo de 2 entregas, un fraguado parcial del hormigón ya colocado; en ningún caso este intervalo será más de 30 minutos.

Para el transporte del hormigón se emplearán camiones con tambores giratorios del tipo que se describe en el numeral 801-3.04.

En el transporte, la velocidad de agitación del tambor giratorio no será inferior a 4 RPM. ni mayor a 6 RPM.. Los métodos de transporte y manejo del hormigón serán tales que faciliten su colocación con la mínima intervención manual y sin causar daños a la estructura o al hormigón mismo.

Cantidad de agua y consistencia.- El agua será medida en volumen o al peso. Si el agua se dosifica por volumen, se incluirá un tanque auxiliar desde el cual se llenará el tanque de medición del agua. Dicho tanque de medición estará equipado con una toma y válvulas exteriores para obtener una correcta medida o cualquier otro dispositivo que garantice una rápida y exacta cantidad del agua entregada por el tanque auxiliar. El volumen del tanque auxiliar deberá ser mayor que el del tanque de medición.

Los equipos de medición de agua deberán tener una precisión tal que permitan una tolerancia que se encuentre dentro del 1% de las cantidades indicadas. Para verificar esta tolerancia, se podrá requerir pruebas de calibración.

La consistencia del hormigón será establecida en el diseño aprobado por el Fiscalizador y se la determinará según el método de ensayo propuesto por la norma AASHTO T 119. Para mantener la relación agua/cemento, manteniendo la misma consistencia del hormigón, se deberá considerar el contenido de agua propio de los agregados, ya que el agua superficial o agua libre entra como una adición al agua total de la mezcla.

Mezclado y transporte del hormigón para pavimentos.- La fabricación de hormigón de cemento Portland para pavimentos se realizará conforme se estipula en los numerales 801-3.02 a 801-3.06 de este capítulo, salvo lo expresamente indicado en esta sección.

El tiempo de mezclado en planta central o en la obra no será menor de 50 segundos ni mayor de 3 minutos. Cualquier carga mezclada por un tiempo menor del mínimo mencionado será desechada fuera de la obra.

El hormigón que haya sido mezclado en una planta central será transportado a la obra en camiones agitadores o mezclador sobre camión. El tiempo transcurrido desde el momento en que se agregue el agua a la mezcla hasta que se coloque el hormigón en la obra no deberá pasar de 60 minutos. Se permitirá agregar agua a la mezcla y efectuar el mezclado adicional correspondiente, cuando ésto sea necesario para lograr una mezcla con la consistencia especificada, siempre y cuando se lo efectúe dentro de los 45 minutos después de haberse iniciado el mezclado original.

El equipo de transporte deberá ser capaz de proporcionar el abastecimiento de hormigón al sitio de colocación, sin segregación ni interrupciones que den lugar a pérdida de plasticidad entre vertidas sucesivas.

Cuando el mezclado del hormigón de cemento Portland se efectúe en tiempo caluroso, el Fiscalizador podrá exigir que el Contratista tome medidas apropiadas, para evitar que la temperatura de mezcla exceda los 35 grados centígrados.

No se efectuará el mezclado del hormigón en tiempo frío si la temperatura es menor de 4 grados centígrados, salvo que se provea de un equipo adecuado para calentar los agregados, antes de su introducción a la mezcladora. Los medios empleados serán tales que se calienten uniformemente los agregados sin ocasionarles ningún daño. De no especificarse de otra manera, la temperatura de la mezcla, al momento de colocarla en la obra, deberá fluctuar entre los 10 y 26 grados centígrados.

801-4. Curado del Hormigón.

Disposiciones comunes a todos los métodos de curado.- Para el curado correcto del hormigón es necesario que no se permita la evaporación del agua de la mezcla, hasta que el hormigón haya adquirido su resistencia. Se podrá usar para el curado cualquiera de los métodos que se describen en los siguientes numerales.

Curado del hormigón

El contratista debe informar a la Fiscalización, los métodos propuestos para el curado; deben proveerse de equipos y materiales en cantidad adecuada, con anterioridad al colocado del hormigón.

Si no existe ninguna indicación en los planos, el contratista tiene la opción de escoger el método del curado, a excepción que la Fiscalización requiera algunos métodos de curado para secciones especiales de una estructura.

Métodos inadecuados de curado, deberán ser la causa para que la Fiscalización retrase la colocación del hormigón en el trabajo, hasta que se tome la acción necesaria para remediar esta situación.

De no existir ninguna especificación en los planos, se seguirá la siguiente recomendación.

TABLA 8 – 801.e
EXCEPCION PARA EL CURADO DE 4 DIAS

DESCRIPCIÓN	TIPO DE CEMENTO	DIAS REQUE- RIDOS PARA EL CURADO
Las superficies superiores de losas de puentes, las losas superiores de alcantarillas sujetas al tráfico directo y hormigón para recubrimiento	I o III	8
	II o I/II*	10
	Todos los tipos con agregados livianos	10
Hormigón para pilotes	Todos	6

* Cumplirán los requisitos de los dos: tipos I y tipo II.

Humedecimiento con agua.- El agua para curado del hormigón debe ser limpia, libre de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar, materia orgánica, y debe cumplir además con los requisitos de la norma INEN 1108. Las aguas potables sí son consideradas satisfactorias.

Dentro de lo posible, todas las superficies de hormigón deben mantenerse a una temperatura de más de 10 grados centígrados y en condición húmeda, mediante rociados convenientemente espaciados, por lo menos durante los 7 primeros días después de su colocación, si se ha usado cemento Portland normal, o durante 3 días, si el cemento empleado es de fraguado rápido.

Membranas impermeables.- Son aquellos componentes que se rocían sobre todas las superficies expuestas del hormigón fresco, tanto horizontales como verticales,

y que forman una fina membrana que impide la pérdida de agua durante el primer período de endurecimiento. También reducen la alta temperatura del concreto expuesto a la radiación del sol.

Los compuestos para formar este tipo de membranas deberán cumplir lo especificado en la norma AASHTO M-148, y se los clasifica en las siguientes categorías:

- TIPO 1 Claro o translúcido sin teñir
- TIPO 1-D Claro o translúcido con un teñido temporal
- TIPO 2 Blanco pigmentado

Estas membranas podrán aplicarse: 1) Antes de que se inicie el curado inicial del hormigón. 2) Después de retirar el encofrado. 3) Después de iniciado el curado húmedo, según se haya propuesto al Fiscalizador y aceptado por él.

Los componentes Tipo 1 y 1-D deben formar una membrana translúcida sin color o ligeramente coloreada; si se usa el Tipo 1 D, se deberá notar la capa coloreada, luego de 4 horas desde su aplicación. El color de la membrana, cualquiera que sea, debe desaparecer luego de que hayan transcurrido 7 días desde su aplicación, si ha sido directamente expuesta a los rayos solares.

El Tipo 2 consistirá de un pigmento blanco y el diluyente necesario, los cuales vendrán premezclados para uso inmediato. El compuesto presentará una apariencia blanca uniforme al ser aplicado sobre una superficie nueva de hormigón a la proporción recomendada por el fabricante.

Los componentes líquidos para las membranas deberán tener una consistencia adecuada, a fin de que puedan ser aplicados fácilmente por rociado, con rodillo o con brocha; según se especifique, se los debe aplicar en forma uniforme y a una temperatura superior a los 4 grados centígrados.

El compuesto deberá adherirse al concreto fresco en obra, cuando éste se encuentre húmedo, endurecido o lo suficientemente resistente para recibir el tratamiento, formando una capa continua que no deberá resquebrajarse o fisurarse, y que sea flexible, sin agrietamientos visibles o agujeros; no será pegajosa ni resbaladiza, y si se camina sobre ella, tampoco dejará marcada huella alguna, debiendo mantener estas propiedades por lo menos 7 días después de su aplicación.

Los componentes que forman estas membranas no se deteriorarán al unirse con el concreto.

Los componentes que forman la membrana podrán almacenarse por lo menos 6 meses sin sufrir deterioro, siempre que se cumplan con las especificaciones del fabricante para almacenamiento.

La porción volátil de los componentes no será tóxica o inflamable ni contaminará el aire.

La prueba de retención de agua en este tipo de membranas, dará como resultado una pérdida de agua de no más de 0.55 Kg/m^2 de superficie en 72 horas.

El compuesto blanco pigmentado (Tipo 2) deberá tener una reflexión no menor del 60 % de la correspondiente al óxido de magnesio.

Láminas impermeables de papel o polietileno.- Son aquellas láminas de polietileno o papel impermeable que se colocan sobre la superficie fresca del hormigón, para evitar la evaporación, durante el período de curado de los hormigones.

Las láminas reflejantes de color blanco son utilizadas, además, como aislantes de temperatura, cuando el hormigón se halla expuesto a las radiaciones solares. Las láminas impermeables pueden ser de uno de los siguientes tipos:

- a) Papel impermeable: color natural y blanco.
- b) Lámina de polietileno: color natural y blanca opaca.
- c) Lámina de polietileno, color blanco, con trama de fibra de cáñamo

Las láminas impermeables deberán cumplir lo estipulado en la norma AASHTO M-171, cuyos principales requisitos se presentan en la Tabla 801-4.1

Si las láminas impermeables se someten a la prueba de retención de agua, la pérdida de agua contenida en una muestra deberá limitarse a un máximo de 0,055 gr/cm² en el momento de su colocación.

El papel impermeable estará formado por dos hojas unidas con un material bituminoso, en que se halle una malla de hilos de fibra con una separación de 3,5 cm como máximo. El papel será de color natural, con una apariencia uniforme y libre de defectos a simple vista.

El papel impermeable blanco deberá tener este color por lo menos en una de sus caras y debe cumplir con todos los demás requisitos señalados anteriormente.

La lámina de polietileno será transparente, de espesor uniforme, sin impresiones, y no se emplearán colorantes en su fabricación, excepto la lámina de polietileno coloreada, la cual será de color blanco opaco; la lámina estará libre de defectos visibles y tendrá una apariencia uniforme.

La lámina de polietileno, color blanco, con trama de fibra de cáñamo, estará constituida por capas unidas de tela y polietileno blanco opaco, que formarán una lámina uniforme de 0,10 mm de espesor mínimo; estas capas estarán adheridas firmemente para evitar que existan desprendimientos durante su manipuleo y colocación. El polietileno cumplirá con lo señalado en el párrafo anterior y la tela deberá pesar no menos de 300 gr/m².

Vapor.- El curado con vapor a alta presión, vapor a presión atmosférica, calor y

humedad u otro proceso aceptado, se emplea para acelerar el tiempo requerido por el hormigón hasta obtener la resistencia especificada y reducir en igual forma su tiempo de curado, el tiempo de curado del hormigón.

Para este procedimiento, después de colocar el hormigón en una cámara adecuada, los elementos o piezas se mantendrán en condición húmeda por un período de 4 horas, antes de aplicar el vapor. Las piezas se colocarán y cubrirán de tal manera que se permita la libre circulación del vapor entre ellos, evitando

801-5. Protección del Hormigón.

Generalidades.- Bajo condiciones lluviosas, la colocación del hormigón se interrumpirá, antes de que la cantidad de agua en la superficie provoque un escurrimiento o lavado de la superficie de hormigón, a menos que el Contratista proporcione una protección adecuada contra daños.

Protección de las estructuras de hormigón.- Todas las estructuras de hormigón se mantendrán a una temperatura no menor de 7 grados centígrados, durante las 72 horas posteriores a su colocación, y a una temperatura no menor de 4 grados centígrados durante 4 días adicionales.

Cuando lo solicite el Fiscalizador, el Contratista deberá remitir por escrito, en líneas generales, los métodos propuestos para la protección del hormigón.

Protección del pavimento de hormigón.- El pavimento de hormigón se mantendrá a una temperatura no menor de 4 grados centígrados por el lapso de 72 horas. Cuando lo solicite el Fiscalizador, el Contratista deberá remitir por escrito, en líneas generales, los métodos que propone utilizar para la protección del hormigón. Los métodos adoptados deberán ceñirse a lo estipulado en la Sección 409 relacionado con la protección del pavimento.

801-6. Resistencia y Otros Requisitos.

Generalidades.- Los requisitos de resistencia a la compresión del hormigón consistirán en una resistencia mínima que deberá alcanzar el hormigón antes de la

aplicación de las cargas, y si éste es identificado por su resistencia, en una resistencia mínima a la edad de 28 días. Las varias resistencias que se requieran son especificadas en los capítulos correspondientes o se indicarán en los planos.

Resistencia del Hormigón.- La resistencia a la compresión del hormigón se determinará en base al ensayo establecido en las normas AASHTO T 22 o ASTM C 39, y la resistencia a la flexión se determinara en base al ensayo establecido en las normas AASHTO T 97 (ASTM C 78) o AASHTO 198 (ASTM C 496) con especímenes de hormigón elaborados y curados de acuerdo con los métodos que se indican en la norma AASHTO T 23 (ASTM C 31) o T 126 (ASTM C 192).

Para cada ensayo de resistencia deben elaborarse por lo menos dos especímenes de ensayo (cilindros o vigas) elaborados con material tomados de la misma mezcla de hormigón. Un ensayo será el resultado del promedio de las resistencias de los especímenes ensayados a la edad especificada. Si un espécimen muestra evidencia de baja resistencia con respecto a los demás, debido a un muestreo, manejo, curado o ensayo inadecuados, se debe descartar y la resistencia de los especímenes restantes será considerada como resultado del ensayo.

602. ALCANTARILLAS DE TUBO DE METAL CORRUGADO

Generalidades.

Descripción.- Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas, sifones, tubos ranurados y otros conductos o drenes con tubos o arcos de metal corrugado de los tamaños, tipos, calibre, espesores y dimensiones indicados en los planos, y de acuerdo con las presentes especificaciones. Serán colocados en los lugares con el alineamiento y pendiente señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo incluirá el suministro de materiales y la construcción de juntas, conexiones, tomas y muros terminales necesarios para completar la obra de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

Los tubos o arcos de metal corrugado que se utilicen en las carreteras serán de acero o de aluminio, según se estipule en los documentos contractuales, y deberán cumplir los requerimientos previstos en la Sección 821.

Procedimiento de trabajo.

Colocación de tubos.- Los tubos y accesorios de metal corrugado deberán ser transportados y manejados con cuidado para evitar abolladuras, escamaduras, roturas o daños en la superficie galvanizada o la capa de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento del tubo, será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos satisfactorios para el Fiscalizador.

La excavación y relleno estructural se realizará de acuerdo con lo previsto en las subsecciones 307-1 y 601-3.

Los tubos deberán ser colocados en una zanja excavada de acuerdo con la alineación y pendiente indicadas en los planos o por el Fiscalizador. El fondo de la zanja deberá ser preparado en tal forma que ofrezca un apoyo firme y uniforme a todo lo largo de la tubería, Todo tubo mal alineado, indebidamente asentado o dañado será extraído, recolocado o reemplazado por el Contratista a su cuenta.

Las secciones de tubo deberán colocarse en la zanja con el traslapo circunferencial exterior hacia aguas arriba y con la costura longitudinal en los costados. Las secciones se unirán firmemente con el acoplamiento adecuado. Las corrugaciones de la banda de acoplamiento deberán encajar en las del tubo antes de ajustar los pernos.

Muros de cabezal.- De acuerdo con los planos, los muros de cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla, deberá construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador.

Los extremos de la tubería deberán ser colocados o cortados al ras con el muro, salvo si de otra manera lo ordene por escrito el Fiscalizador.

Bandas de acoplamiento.- Las bandas para unión de tubos corrugados de acero deberán cumplir las especificaciones de AASHO M-36 y para tubos corrugados de aluminio las de AASHO M-196.

El metal de las bandas deberá ser corrugado de tal manera que pueda encajar adecuadamente con las corrugaciones de los extremos de las secciones de tubo.

Las bandas de acoplamiento podrán ser de menor espesor que los tubos que se unen, hasta un máximo de 1.5 milímetros más delgadas. Las bandas para tubos de un diámetro mayor de 107 centímetros estarán divididas en dos segmentos; para diámetros menores, podrán ser de uno o dos segmentos.

En ninguna instalación se mezclarán materiales de aluminio y acero.

Recubrimiento protector.- Cuando sea necesario y de acuerdo con disposiciones especiales, se protegerán los tubos y las bandas de acoplamiento con una capa de recubrimiento bituminoso. El revestimiento bituminoso o el pavimentado del fondo con material bituminoso, deberán cumplir con lo especificado en AASHO M-190.

Para el pavimentado del fondo de los tubos metálicos corrugados, se revestirá con una capa asfáltica uniforme a toda la superficie interior y exterior del tubo y el pavimentado se hará con hormigón asfáltico, de modo que cubra las crestas de las corrugaciones con un espesor mínimo de 3 milímetros. El ancho de la faja

pavimentada deberá ser por lo menos el 40 por ciento de la periferia de los arcos de tubo y del 25 por ciento de la periferia de los tubos circulares.

Las capas de protección que se hubieran dañado en el manipuleo de los tubos serán reparadas por el Contratista, a su cuenta, y con los materiales bituminosos aprobados.

602-2. Tubos de acero corrugado.

Descripción.- Los tubos de acero corrugado se utilizarán para alcantarillas, sifones, drenes y otros conductos y deberán cumplir lo previsto en la subsección inmediatamente anterior. Las dimensiones, tipos y calibres o espesores de los tubos se conformarán con lo especificado en AASHO M-36 y con lo indicado en los documentos contractuales.

Podrán ser remachados con suelda de puntos o con costura helicoidal, a opción del Contratista.

Procedimiento de trabajo.

Refuerzo de extremidades.- Los extremos de los tubos de espesores de 1, 6 y 2 milímetros deberán ser reforzados conforme se indique en los planos o en las disposiciones especiales.

El refuerzo consistirá en una varilla de acero galvanizado de no menos 10 milímetros de diámetro enrollada en la lámina, o una faja de metal galvanizado de por lo menos 3 milímetros de espesor y 15 centímetros de ancho. La faja deberá ser colocada al rededor del tubo a cada extremo, y las extremidades de las mismas deberán juntarse; la unión con el tubo deberá hacerse a intervalos máximos de 25 centímetros mediante remaches o puntos de suelda en cada borde de la banda.

Reparación de galvanización.- Las superficies galvanizadas que se hayan dañado en el transporte, por abrasión o quemadas al hacer la soldadura, deberán repararse limpiándolas completamente con cepillo de alambre, removiendo todo el galvanizado resquebrajado o suelto, y pintadas las superficies limpias con dos manos de pintura de apresto, que cumpla con los requerimientos de la subsección 832-4 de las presentes especificaciones, a costo del Contratista.

Sifones.- La tubería para sifones deberá tener el espesor de lámina y recubrimiento de protección que esté especificado en los planos. Además deberán utilizarse tubos de tal longitud que el número de conexiones por hacer en el campo sea mínimo.

Cuando una sección de tubería sea fabricada empleando el remachado o puntos de suelda, el espaciamiento máximo de los remaches o puntos en las costuras circunferenciales será de 7 centímetros. Estas costuras en su superficie exterior serán soldadas de un modo esmerado, haciendo que la soldadura fundida entre en la unión. No se requerirá de esta soldadura en caso de que la tubería sea fabricada con costura helicoidal continua.

La unión en el sitio de secciones de tubería para sifones se hará con bandas de acoplamiento del tipo anular o helicoidal, con los extremos traslapados. No se usarán bandas de acoplamiento de tipo universal.

Las bandas no serán de menos de 30 centímetros de ancho, con un empaque de esponja de neopreno para asegurar la impermeabilidad de la unión. Este empaque será por lo menos de 18 centímetros de ancho y 9 milímetros de espesor. Las corrugaciones de la banda de acoplamiento y de los tubos deberán coincidir.

La tubería de sifón deberá someterse a la siguiente prueba hidrostática, antes de rellenar la zanja: la tubería deberá llenarse con agua a una presión hidrostática de 3 metros sobre el punto más alto de la tubería y deberá mantenerse así por un período no menor de 24 horas; cualquier filtración u otro defecto que aparezca

será corregido por el Contratista, a su propio costo. Esta prueba se repetirá cuantas veces sea necesario, hasta que todos los defectos hayan sido eliminados.

Tubos anidables.- Los tubos anidables son tubos corrugados de acero galvanizado divididos en dos secciones semicirculares para facilitar el transporte, que al ser instalados se unen firmemente entre sí. La junta longitudinal podrá ser de pestaña o endentada.

Los detalles de tamaño, calibre o espesor, recubrimiento y cualquier otro no anotado en estas especificaciones se encontrarán en las disposiciones especiales o en los planos del contrato.

Tubos ranurados.- Los tubos de acero corrugado se instalarán para drenaje donde indiquen los planos siguiendo los procedimientos esbozados en el numeral 602-1.02 y las instrucciones del Fiscalizador. Los tamaños y los calibres o espesores serán señalados en los planos.

La instalación de los tubos ranurados se hará después de que se hayan terminado los trabajos de pavimentación adyacentes.

Las ranuras deberán cubrirse con cartón u otro medio apropiado mientras se hace el relleno de la zanja, con el fin de impedir el ingreso de materiales dentro del tubo. Antes de colocar la capa de rodadura sobre la zanja rellena, se colocarán tableros de madera en las ranuras, tomando las medidas adecuadas para asegurar que el material del pavimento no se pegue a los tableros. Se removerán los tableros después de terminado todo el trabajo de la calzada.

Apuntalado.- Cuando así se indique en los planos, el diámetro vertical de la tubería redonda deberá aumentarse en un 5 por ciento, por medio de estiramiento en la fábrica o empleando gatos después de que toda la longitud de tubería en un sitio determinado haya sido colocada y asentada, pero antes de comenzar el relleno. El estiramiento vertical deberá conservarse por medio de soleras y

puntales, hasta que el terraplén esté terminado, salvo si el Fiscalizador autoriza otro procedimiento.

Instalación por medio de gatos.- Los tubos corrugados de acero serán instalados mediante gatos hidráulicos cuando en los planos así se indique. Podrán ser unidos en el sitio con remachado.

El espesor o calibre de la tubería indicado en el contrato será suficiente para resistir las cargas verticales previstas, además de la presión que se ejerce con los gatos en condiciones de instalación normales; en caso de que el Contratista lo crea conveniente, podrá suministrar los tubos de mayor resistencia, sin ningún pago adicional. Cualquier tubo dañado durante la ejecución de estos trabajos será reparado o reemplazado por el Contratista, a su propio costo.

Las variaciones de alineación y gradiente con respecto a lo fijado no deberán exceder del uno por ciento de la distancia desde el sitio de accionamiento de los gatos.

El diámetro del hueco excavado no deberá ser más de 3 cm. mayor del diámetro exterior del tubo. No se permitirá el uso del agua para facilitar el deslizamiento y penetración de la tubería. Cuando el terreno tienda a derrumbarse hacia el interior, habrá que colocar una pantalla metálica delante del primer tubo o hacer que la excavación no se aleje más allá de 40 cm. del extremo del tubo.

Los huecos que resulten de derrumbe o excavaciones fuera de los límites indicados serán rellenados con arena o mortero, a satisfacción del Fiscalizador.

No se medirán para su pago las excavaciones ni los rellenos de los sitios de emplazamiento de los gatos, ni los que sean necesarios para introducir la tubería mediante la presión de gatos. La compensación por estos trabajos se considerará incluida en el precio pagado por la instalación de tubería corrugada de acero mediante gatos.

602-3. Tubos de aluminio corrugado.

Descripción.- Los tubos de aluminio corrugado para alcantarillas, drenes y conductos deberán cumplir con lo previsto en la subsección 602-1. Además los materiales y la fabricación deberán conformar en lo especificado en AASHO M-196; la fabricación será por medio del remachado.

Los tamaños y los espesores o calibres serán señalados en los planos.

Los extremos de la tubería de aluminio de 1,5 y 1,9 milímetros de espesor deberán reforzarse conforme se indique en los planos. El refuerzo consistirá en una banda de aluminio de 3.5 milímetros de espesor mínimo y por lo menos de 15 centímetros de ancho, unida al tubo con remaches u otro sistema de refuerzo aprobado por el Fiscalizador.

Medición y pago.

Medición.- Las cantidades a pagarse por tubería de metal corrugado serán los metros lineales, medidos en la obra, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.

La medición se efectuará a lo largo de la tubería instalada de acuerdo a lo estipulado en la subsección 103-5 y a las instrucciones del Fiscalizador; cualquier exceso no autorizado no será pagado.

Los muros de cabezal, muros terminales u otras estructuras realizadas para la completa terminación de la obra, serán medidos para el pago de acuerdo a lo estipulado en las secciones correspondientes de las presentes especificaciones.

La excavación y relleno para estructuras se medirán para el pago de acuerdo con lo previsto en la subsección 307-1, excepto en el caso de la instalación de tubos

mediante gatos, para el cual se considerará incluida en el precio contractual de la tubería, la compensación por la excavación y rellenos estructurales.

Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato, además de la Sección 307 y los correspondientes a estructuras.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte, colocación, instalación, juntura, apuntalado, sellado y comprobación de la tubería de metal corrugado, incluyendo cualquier refuerzo de extremidades y las capas de protección, el revestimiento y pavimentado requeridos, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
602- (1A)* Tubería de aluminio corrugado (*).....	Metro lineal (m)
602- (2A)* Tubería de acero corrugado (*).....	Metro lineal (m)
602- (3A)* Tubería de metal corrugado instalado por medio de gatos (*).....	Metro lineal (m)
602- (4A)* Tubería a presión de metal corrugado (*).....	Metro lineal (m)
602- (5A)* Arcos de tubos de metal corrugado (*).....	Metro lineal (m)

(*) Habrá un sufijo distinto para cada tamaño y calibre (o espesor) especificados.

9.4. Planos evaluación estado actual

9.5. Planos diseño definitivo