

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO”

TESIS DE GRADO:

PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

GÓMEZ MACÍAS ATHREYU ALEJANDRO

MOLINA HIDROVO GALO JOSÉ

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ALEXI MORAN GUZMÁN MSC

MANTA, JUNIO DE 2017



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado en su totalidad por los egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, el señor **GÓMEZ MACÍAS ATHREYU ALEJANDRO** y el señor **MOLINA HIDROVO GALO JOSÉ** como requisito parcial a la obtención del título de ingeniero civil.

Manta, Junio del 2017

Ing. Alexi Morán Guzmán MSC

TUTOR DE PROYECTO TÉCNICO



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

AUTORÍA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en ésta tesis, corresponden exclusivamente a los autores, y el patrimonio intelectual de la tesis de grado corresponderá a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

Egdo. Athreyu Alejandro Gómez Macías

Egdo. Galo José Molina Hidrovo



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

DEDICATORIA

A Dios, por permitirnos alcanzar este momento único en nuestra vida. Por los éxitos y fracasos que nos han enseñado a apreciar el valor significativo de cada uno de ellos.

A nuestros padres por ser los pilares durante todos nuestros trayectos estudiantiles y de vida, por sus consejos que han sido el norte para culminar la carrera profesional.

A nuestros hermanos que han sabido entendernos y valorarnos en el transcurso de nuestra carrera.

A nuestras pareja sentimental por brindarnos su afecto y comprensión en momentos significativos de nuestras vida.

A nuestros amigos y amigas que hicieron de ésta etapa sea una experiencia inolvidable.

A mi amigo y compañero del presente trabajo titulación de cual logramos alcanzar este triunfo.

Gómez Macías Athreyu Alejandro
Molina Hidrovo Galo José



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darnos la vida. A nuestros padres quienes nos han brindado su confianza y apoyo en el trayecto de nuestras vidas.

A nuestros hermanos por darnos motivación en seguir siempre adelante.

A nuestras pareja sentimental por brindarnos su amor incondicional.

A nuestros amigos y amigas por la valiosa amistad que tenemos, en los buenos y malos momentos.

A mi amigo y compañero de trabajo de titulación que con su ayuda y gran calidad humana.

A todas las personas que hicieron posible este logro, trabajando arduamente para llevarlo a cabo.

Al director de proyecto por toda su colaboración brindada durante la elaboración de este trabajo.

Finalmente a nuestros profesores por sus conocimientos brindados de manera desinteresada para el desarrollo de nuestra formación profesional.

Gómez Macías Athreyu Alejandro
Molina Hidrovo Galo José



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

ÍNDICE

CAPÍTULO I	5
MEMORIA DESCRIPTIVA	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Justificación	6
1.3 Descripción general.....	8
1.4 Localización física del proyecto.....	8
1.4.1 Macro localización	8
1.4.2 Micro localización	9
1.5 Climatología.....	10
1.5.1 Características generales.....	10
1.5.2 Precipitación	13
1.5.3 Temperatura.....	14
1.5.4 Suelo.....	15
1.6 Horizonte de Proyecto.....	17
1.7 Equipamiento y Personal de Trabajo	17
1.7.1 Topografía.....	17
1.7.2 Estudios de Suelos.....	19
1.7.3 Diseño de la vía	20
CAPÍTULO II.....	21
2 DISEÑO DE LA VÍA.....	21



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

2.1 Levantamiento topográfico	21
2.1.1 Introducción	21
2.1.2 Metodología del Levantamiento	22
2.2 Definición de trazado.....	24
2.2.1 Normas de diseño (NEVI -12).....	24
2.2.2 Alineamiento Horizontal.....	26
2.2.3 Alineamiento vertical	49
2.2.3.1 Curvas Verticales	50
2.2.4 Pendientes Máximas.....	52
2.3 Estudio de suelos.....	66
2.3.1 Generalidades	66
2.3.2 Toma de muestras.....	68
2.3.3 Identificación de los suelos	70
2.4 Consideraciones para Diseño de pavimento.....	120
2.4.1 Tipo de pavimento	121
2.4.2 Identificación de materiales para las capas del pavimento	124
2.4.3 La Subrasante	127
2.4.4 Cargas de tránsito	128
2.4.5 Tránsito promedio diario anual (TPDA)	131
2.4.6 Distribución vehicular por dirección.....	131



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

2.4.7 Distribución vehicular por carriles	132
2.4.8 Distribución vehicular por tipo de vehículo	132
2.4.9 Crecimiento vehicular	133
2.4.10 Método para diseño de pavimento a utilizar	133
2.5 Diseño de pavimento.....	134
2.5.1 Confiabilidad	134
2.5.2 Serviciabilidad	135
2.5.3 Desviación estándar	136
2.5.4 Período de análisis	137
2.5.5 Procedimiento de cálculo	137
2.5.6 Espesores del pavimento de diseño.....	156
2.6 Diseño del drenaje transversal	157
2.6.1 Ubicación de alcantarilla en planta.	158
2.6.2 Análisis hidrológico de Alcantarillas.	159
2.6.3 Cálculo del Caudal de contribución	168
2.6.4 Cálculo del Caudal de Capacidad.....	168
CAPÍTULO III	170
3 Presupuesto referencial y programación de Obra	170
3.1 Presupuesto referencial	170
3.2 Análisis de precios unitarios.....	171



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.1 RB-001 - Desbroce, desbosque y limpieza	171
3.2.2 RB-002 – Replanteo manual.....	172
3.2.3 RB-003 - Excavación con maquinaria	173
3.2.4 RB-004 - Relleno con material del sitio.....	174
3.2.5 RB-005 - Desalojo de material	175
3.2.6 RB-006 - Acabado de obra básica.....	176
3.2.7 RB-007 Subbase clase 3 (CANTERA GM).	177
3.2.7.1 RB-007 Subbase clase 3 (CANTERA PLANTA CHORRILLO).....	178
3.2.7.1 RB-007 Subbase clase 3 (CANTERA PLANTA PICOAZA).....	179
3.2.8 RB-008 - Base clase 4 (CANTERA GM).....	180
3.2.8.1 RB-007 Base clase 4 (CANTERA PLANTA CHORRILLO).....	181
3.2.8.2 RB-007 Base clase 4 (CANTERA PLANTA PICOAZA).....	182
3.2.9 RB-009 – Asfalto RC para imprimación	183
3.2.10 RB-010 - Carpeta Asfáltica	184
3.3 Cronograma Valorado de trabajo	185
CAPÍTULO IV	186
4 Planos de detalles	186
CONCLUSIONES	187
RECOMENDACIONES.....	189
BIBLIOGRAFÍA	190
Anexos	195



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración nº 1	Ubicación del sitio del proyecto.....	9
Ilustración nº 2	Zona climática del Cantón Portoviejo.....	11
Ilustración nº 3	Tabla Estaciones Meteorológicas.....	12
Ilustración nº 4	Mapa de Ubicación de Estaciones Meteorológicas 137.....	12
Ilustración nº 5	Mapa de Isoyetas Anual 2011 135.....	14
Ilustración nº 6	Mapa de Isotermas Anual 2011 133.....	15
Ilustración nº 7	Mapa General de Suelos del Ecuador.....	17
Ilustración nº 8	Zona del Proyecto donde se ubicará la vía de acceso.....	22
Ilustración nº 9	Detalle fotográfico de la ejecución del levantamiento topográfico.....	24
Ilustración nº 10	Esquema de camino básico C3.....	26
Ilustración nº 11	Calculo del factor de fricción según la velocidad del proyecto.....	30
Ilustración nº 12	Figura de una Curva Circular con sus elementos.....	32
Ilustración nº 13	Figura de la tangente intermedia mínima.....	49
Ilustración nº 14	Figura de tipos de curvas verticales.....	50
Ilustración nº 15	Detalle fotográfico de tomas de muestras.....	70
Ilustración nº 16	Detalle fotográfico de los ensayos de granulometría...	75
Ilustración nº 17	Detalle fotográfico de los ensayo de compactación....	87



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Ilustración nº 18	Detalle fotográfico de los ensayos de CBR.....	104
Ilustración nº 19	Sección Típica de un pavimento flexible.....	122
Ilustración nº 20	Sección típica de un pavimento rígido.....	123
Ilustración nº 21	Detalle magnitudes de carga por eje.....	129
Ilustración nº 22	Estructura del pavimento para el proyecto.....	150
Ilustración nº 23	Cálculo del número estructural SN por medio del software.....	152
Ilustración nº 24	Cálculo del número estructural SN de la Base por medio del software.....	153
Ilustración nº 25	Cálculo del número estructural SN de la Subbase por medio del software.....	153
Ilustración nº 26	Espesores del pavimento de diseño.....	157
Ilustración nº 27	Ubicación de alcantarilla.....	158
Ilustración nº 28	Área total de análisis hidrológico.....	160
Ilustración nº 29	Área parciales para el análisis hidrológico.....	161
Ilustración nº 30	Zonas Meteorológicas del Ecuador.....	163



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico nº1	Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 1.....	88
Gráfico nº2	Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 2.....	89
Gráfico nº3	Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 3.....	90
Gráfico nº4	Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 4.....	91
Gráfico nº5	Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 5.....	92
Gráfico nº6	Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 6.....	93
Gráfico nº7	Penetración – Presión de la muestra 1.....	106
Gráfico nº8	Resultado de CBR de la muestra 1.....	107
Gráfico nº9	Penetración – Presión de la muestra 2.....	109
Gráfico nº10	Resultado de CBR de la muestra 2.....	109
Gráfico nº11	Penetración – Presión de la muestra 3.....	111
Gráfico nº12	Resultado de CBR de la muestra 3.....	112
Gráfico nº13	Penetración – Presión de la muestra 4.....	114
Gráfico nº14	Resultado de CBR de la muestra 4.....	114
Gráfico nº15	Penetración – Presión de la muestra 5.....	116
Gráfico nº16	Resultado de CBR de la muestra 5.....	117
Gráfico nº17	Penetración – Presión de la muestra 6.....	119
Gráfico nº18	Resultado de CBR de la muestra 6.....	119
Gráfico nº19	Selección del CBR de diseño – 2.73%.....	144
Gráfico nº20	Gráfica para hallar a1 en función del módulo Resiliente del concreto asfáltico.....	147



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Gráfico nº21	Variación de coeficiente a2 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular.....	147
Gráfico nº22	Variación de coeficiente a3 con diferentes parámetros de resistencia de la Subbase granular.....	148
Gráfico nº23	Diseño para pavimento flexible.....	151



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla nº 1	Valores Pluviométricos Mensuales 2012.....	13
Tabla nº 2	Equipamiento y personal para la topografía.....	18
Tabla nº 3	Equipamiento y personal para los estudios de suelos.....	20
Tabla nº 4	Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.....	25
Tabla nº 5	Tasa de peralte según el tipo de área.....	29
Tabla nº 6	Radio mínimos y grados máximos de Curvas Horizontales para distintas Velocidades de Diseño.....	31
Tabla nº 7	Cálculo de la curva circular N°1.....	35
Tabla nº 8	Cálculo de la curva circular N°2.....	36
Tabla nº 9	Cálculo de la curva circular N°3.....	36
Tabla nº 10	Cálculo de la curva circular N°4.....	37
Tabla nº 11	Cálculo de la curva circular N°5.....	37
Tabla nº 12	Cálculo de la curva circular N°6.....	38
Tabla nº 13	Cálculo de la curva circular N°7.....	38
Tabla nº 14	Cálculo de la curva circular N°8.....	39
Tabla nº 15	Cálculo de la curva circular N°9.....	39
Tabla nº 16	Cálculo de la curva circular N°10.....	40
Tabla nº 17	Cálculo de la curva circular N°11.....	40
Tabla nº 18	Cálculo de la curva circular N°12.....	41
Tabla nº 19	Cálculo de la curva circular N°13.....	41
Tabla nº 20	Cálculo de la curva circular N°14.....	42
Tabla nº 21	Cálculo de la curva circular N°15.....	42
Tabla nº 22	Cálculo de la curva circular N°16.....	43
Tabla nº 23	Cálculo de la curva circular N°17.....	43



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Tabla nº 24	Cálculo de la curva circular N°18.....	44
Tabla nº 25	Cálculo de la curva circular N°19.....	44
Tabla nº 26	Cálculo de la curva circular N°20.....	45
Tabla nº 27	Cálculo de la curva circular N°21.....	45
Tabla nº 28	Cálculo de la curva circular N°22.....	46
Tabla nº 29	Cálculo de la curva circular N°23.....	46
Tabla nº 30	Cálculo de la curva circular N°24.....	47
Tabla nº 31	Cálculo de la curva circular N°25.....	47
Tabla nº 32	Cálculo de la curva circular N°26.....	48
Tabla nº 33	Valores de L y x para el cálculo de la tangente intermedia mínima.....	49
Tabla nº 34	Índice K para el cálculo de la longitud de curva Convexa...	51
Tabla nº 35	Índice K para el cálculo de la longitud de curva Cóncava...	52
Tabla nº 36	Pendientes Máximas.....	52
Tabla nº 37	Cálculo de cotas de la curva vertical N°1.....	55
Tabla nº 38	Cálculo de la curva vertical N°2.....	55
Tabla nº 39	Cálculo de la curva vertical N°3.....	56
Tabla nº 40	Cálculo de la curva vertical N°4.....	56
Tabla nº 41	Cálculo de la curva vertical N°5.....	57
Tabla nº 42	Cálculo de la curva vertical N°6.....	57
Tabla nº 43	Cálculo de la curva vertical N°7.....	58
Tabla nº 44	Cálculo de la curva vertical N°8.....	58
Tabla nº 45	Cálculo de la curva vertical N°9.....	59
Tabla nº 46	Cálculo de la curva vertical N°10.....	59
Tabla nº 47	Cálculo de la curva vertical N°11.....	60
Tabla nº 48	Cálculo de la curva vertical N°12.....	60



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Tabla nº 49	Cálculo de la curva vertical N°13.....	61
Tabla nº 50	Cálculo de la curva vertical N°14.....	61
Tabla nº 51	Cálculo de la curva vertical N°15.....	62
Tabla nº 52	Cálculo de la curva vertical N°16.....	62
Tabla nº 53	Cálculo de la curva vertical N°17.....	63
Tabla nº 54	Cálculo de la curva vertical N°18.....	63
Tabla nº 55	Cálculo de la curva vertical N°19.....	64
Tabla nº 56	Cálculo de la curva vertical N°20.....	64
Tabla nº 57	Cálculo de la curva vertical N°21.....	65
Tabla nº 58	Cálculo de la curva vertical N°22.....	65
Tabla nº 59	Cálculo de la curva vertical N°23.....	66
Tabla nº 60	Tamices para el ensayo de granulometría.....	72
Tabla nº 61	Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 1.....	76
Tabla nº 62	Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 2.....	77
Tabla nº 63	Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 3.....	78
Tabla nº 64	Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 4.....	79
Tabla nº 65	Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 5.....	80
Tabla nº 66	Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 6.....	81
Tabla nº 67	Clasificación de los suelos por el método AASHTO.....	82
Tabla nº 68	C Método B.....	85
Tabla nº 69	Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 1.....	88



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Tabla nº 70	Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 1.....	88
Tabla nº 71	Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 2.....	89
Tabla nº 72	Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 2.....	89
Tabla nº 73	Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 3.....	90
Tabla nº 74	Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 3.....	90
Tabla nº 75	Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 4.....	91
Tabla nº 76	Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 4.....	91
Tabla nº 77	Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 5.....	92
Tabla nº 78	Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 5.....	92
Tabla nº 79	Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 6.....	93
Tabla nº 80	Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 6.....	93
Tabla nº 81	Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra 16.....	105
Tabla nº 82	Detalle del contenido de agua de la muestra 1.....	105
Tabla nº 83	Lectura de Esponjamiento y Dial de Penetración de la muestra 1.....	106
Tabla nº 84	Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra 2.....	107
Tabla nº 85	Detalle del contenido de agua de la muestra 2.....	108
Tabla nº 86	Lectura de Esponjamiento y Dial de Penetración de la muestra 2.....	108



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Tabla nº 87	Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra 3.....	110
Tabla nº 88	Detalle del contenido de agua de la muestra 3.....	110
Tabla nº 89	Lectura de Esponjamiento y Dial de Penetración de la muestra 3.....	111
Tabla nº 90	Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra 4.....	112
Tabla nº 91	Detalle del contenido de agua de la muestra 4.....	113
Tabla nº 92	Lectura de Esponjamiento y Dial de Penetración de la muestra 4.....	113
Tabla nº 93	Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra 5.....	115
Tabla nº 94	Detalle del contenido de agua de la muestra 5.....	115
Tabla nº 95	Lectura de Esponjamiento y Dial de Penetración de la muestra 5.....	116
Tabla nº 96	Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra 6.....	117
Tabla nº 97	Detalle del contenido de agua de la muestra 6.....	118
Tabla nº 98	Lectura de Esponjamiento y Dial de Penetración de la muestra 6.....	118
Tabla nº 99	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Sub-base.....	125
Tabla nº 100	Recomendaciones para uso de material de base.....	126
Tabla nº 101	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Base Clase 4.....	127
Tabla nº 102	Resultado de valores de CBR (%) obtenidos.....	127
Tabla nº 103	Configuraciones de Ejes convencionales.....	130
Tabla nº 104	Tabla de repartición de tránsito.....	132



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Tabla nº 105	Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras.....	135
Tabla nº 106	Valores de Desviación Estándar.....	136
Tabla nº 107	Período de análisis recomendados por la AASHTO	137
Tabla nº 108	Resumen de datos para el cálculo del pavimento	137
Tabla nº 109	Cálculo del TPDA según el tipo de vehículo.....	138
Tabla nº 110	Distribución máxima de carga por eje simple o eje sencillo	138
Tabla nº 111	Cálculo del Factor 4.0 para eje simple.....	139
Tabla nº 112	Distribución máxima de carga eje Tándem.....	139
Tabla nº 113	Cálculo del Factor 4.0 para eje tándem.....	140
Tabla nº 114	Caculo de número de ejes equivalente.....	142
Tabla nº 115	Límites para selección de resistencia.....	143
Tabla nº 116	Cálculo de determinación del CBR de diseño.....	143
Tabla nº 117	Definiciones de la calidad de drenaje.....	145
Tabla nº 118	Ejemplo Coeficientes de capas.....	146
Tabla nº 119	Resumen de resultados de los coeficientes estructurales..	149
Tabla nº 120	Resumen de resultados de lo calculado.....	155
Tabla nº 121	Espesores mínimos.....	156
Tabla nº 122	Coeficientes de escorrentía.....	162
Tabla nº 123	Ecuaciones Representativas por zonas.....	164
Tabla nº 124	Expresiones de Tiempo de concentración.....	165
Tabla nº 125	Cálculo del Caudal de Contribución.....	168
Tabla nº 126	Cálculo del caudal de capacidad.....	169
Tabla nº 127	Presupuesto Referencial.....	170
Tabla nº 128	APU RB-001.....	171
Tabla nº 129	APU RB-002.....	172



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Tabla nº 130	APU RB-003.....	173
Tabla nº 131	APU RB-004.....	174
Tabla nº 132	APU RB-005.....	175
Tabla nº 133	APU RB-006.....	176
Tabla nº 134	APU RB-007 (CANTERA GM).....	177
Tabla nº 135	APU RB-007 (MEGAROK PLANTA CHORRILLO).....	178
Tabla nº 136	APU RB-007 (MEGAROK PLANTA PICOAZA).....	179
Tabla nº 137	APU RB-008 (CANTERA GM).....	180
Tabla nº 138	APU RB-008 (MEGAROK PLANTA CHORRILLO).....	181
Tabla nº 139	APU RB-008 (MEGAROK PLANTA PICOAZA).....	182
Tabla nº 140	APU RB-009.....	183
Tabla nº 141	APU RB-010.....	184
Tabla nº 142	Cronograma valorado.....	185



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

RESUMEN

El presente documento de proyecto técnico contiene el “DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCION DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO”, que se encuentra ubicado en la provincia de Manabí. Para esto se realizaron varios trabajos como: trabajos de campo (topografía, calicatas, ensayo para clasificación de suelo) y trabajos de gabinete (diseño de la vía, planos, presupuesto). Los trabajos ya mencionados tienen un procedimiento ya establecido, los cuales están basados en diferentes normas como: la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12); la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (ASSHTO); y la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM). Este presente proyecto está compuesto por los 4 capítulos siguientes: En el capítulo 1, está la descripción general del proyecto en el cual consta la ubicación y localización del proyecto, tráfico y proyecciones y características generales. El capítulo 2, memoria de cálculo donde tenemos la topografía general de la obra, trazado de la vía, estudio de suelos, diseño del pavimento, diseño del drenaje. El capítulo 3, se tiene el Presupuesto y Programación en cual está el cálculo de volúmenes de obra, presupuesto referencial y programación de obra. El capítulo 4, obtenemos memoria gráfica de los planos de la vía.

Palabras Claves: Vial, Calicatas, CBR, TPDA, AASTHO, NEVI.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

SUMMARY

This technical project document contains the "ROAD DESIGN FOR THE CONSTRUCTION OF THE INCOME TO THE SITE THE DEATH FROM THE ALTAMIRA COURT (KM 86) PARLIAMENT SAN PLACIDO – PORTOVIEJO CITY", located in the province of Manabí. For this, several works were carried out such as: fieldwork (topography, paving stones, soil classification test) and cabinet work (road design, plans, budget). The works already mentioned have an established procedure, which are based on different norms such as: the Ecuadorian Highway Code (NEVI-12); The American Association of State Highway and Transportation Officers (ASSHTO); And the American Society for Testing and Materials (ASTM). This project consists of the following four chapters: In Chapter 1, there is the general description of the project which includes the location and location of the project, traffic and projections and general characteristics. Chapter 2, calculation memory where we have the general topography of the work, track layout, soil study, pavement design, drainage design. Chapter 3, we have the Budget and Programming in which is the calculation of work volumes, reference budget and work schedule. Chapter 4, we obtain graphical memory of the planes of the way.

Key words: Way, Panicatas, CBR, TPDA, AASTHO, NEVI.



INTRODUCCIÓN

En el sitio La Muerta, se propone por primera ocasión la proyección de un ingreso de acceso rápido al lugar para personas de nivel socioeconómico medio bajo. Éste sitio denominado la muerta, cuya área es de aproximadamente 250 hectáreas y beneficiará alrededor de 350 familias, lo cual implica diseñar una vía de ingreso que garantice el flujo vehicular para facilitar el área laboral y estudiantil en el sector.

Para llevar a cabo el diseño de la vía de acceso se hará el uso de software técnicos de última tecnología como son:

- AutoCAD Civil 3D para generar la superficie del terreno, el diseño del trazado, el diseño del corredor y los cálculos de volúmenes de movimientos de tierra.
- Google Earth para la implantar el proyecto en el sitio real y generar fotografías aéreas.
- El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Portoviejo a la mano del Consejo Provincial responsable del desarrollo rural, ha definido puntos estratégicos para impulsar al desarrollo socioeconómico de las personas pertenecientes a zonas rurales, teniendo en cuenta el bienestar en las comunidades. Por tal razón, se propone implementar la construcción del ingreso al sitio La Muerta desde el recinto Altamira, que con esta conllevara a impulsar el desarrollo de todos los moradores de la zona que aportará de manera directa o indirectamente al sector.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Objetivos

Objetivo general

Realizar un diseño vial óptimo y eficaz para el ingreso de los habitantes del sitio La Muerta desde el recinto Altamira.

Objetivos específicos

- Elaborar el respectivo Levantamiento Topográfico del sitio donde se realizara el proyecto.
- Definir el trazado de la vía considerando parámetros técnicos según la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI12, 2013).
- Realizar el estudio geotécnico del trazado de la vía.
- Crear el diseño de la estructura del pavimento.
- Diseñar un sistema de drenaje adecuado para controlar el desalojo de las aguas lluvias.
- Desarrollar los cálculos de volúmenes de obra, de presupuesto y la programación de obra del proyecto.



CAPÍTULO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Antecedentes

Esta Parroquia se creó como sitio denominado Cuchucho. Se le denominaba de esta manera porque había muchos animalitos de esta especie por el sector. Como en el año 1895 el Partido Liberal derrotó al Partido Conservador, los religiosos tenían que andarse escondiendo porque eran perseguidos por los Liberales. Es así que al sitio Cuchucho llegaba el Reverendo Monseñor Pedro Schumacher a refugiarse a la casa del Señor Moisés Mendoza. Un día al amanecer Monseñor Pedro Schumacher se asomó por la ventana de la casa del Señor Moisés Mendoza, y al ver las montañas despejadas exclamó diciendo: Que Placidas son tus Tierras y Montañas, y al escuchar estas palabras el Señor Moisés Mendoza le pareció muy bonito que este sitio ya no se llamara Cuchucho, sino que se llamara San Plácido, en alusión a las palabras expresadas por Monseñor. Existen varios sitios en la parroquia San Plácido como el sitio la muerta que según se lo bautizó debido a que hace muchos tiempos atrás encontraron en esas tierras a una mujer fallecida sin saber su procedencia, donde los comuneros al pasar del tiempo le pusieron “La Muerta” por este acontecimiento.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

1.2 Justificación

Con la ejecución del proyecto técnico propuesto se puede disponer de un diseño que solucione la necesidad de realizar la construcción vial del ingreso que se requerirá de la implementación y operación de un proyecto de las dimensiones e impacto socioeconómico que se dará en el sitio La Muerta.

El proyecto aumentara de manera positiva en todo aspecto, ya sea para jóvenes o adultos debido a que en ese sector se encuentra una escuela con alrededor de 13 estudiantes de la zona, donde podrán ingresar de manera puntual y cómoda al centro de estudio sin necesidad de emigrar a escuelas más lejanas del sector, también impulsara la base socioeconómica y de vivienda del sitio, donde atraerá nuevas inversiones de tipo local, nacional o extranjera, y esto generara fuentes de empleo, mejores ingresos per cápita para los trabajadores del sitio y la estimulación de la economía local impulsando su desarrollo.

Para la mejora de calidad de vida de las personas e impulsar al desarrollo socioeconómico del sitio enfocando principalmente a la juventud a prepararse en sus estudios para que puedan ingresar sin ningún inconveniente a su centro educativo, es entonces donde radica la justificación del proyecto, en proponer un diseño óptimo de vía de ingreso y de esta manera incentivar desde la niñez a que amen su lugar de origen y que estos habitantes puedan surgir por sus propios medios teniendo facilidades como comercializar sus productos en mejor estado, que los jóvenes estudien sin mayores inconveniente de manera competitiva y eficaz para obtener la viabilidad técnica, social y económica del



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

sitio La Muerta, donde no haya necesidad de emigrar a las metrópolis dando resultado una sobrepoblación en estas.

Con la ejecución del proyecto los beneficiarios directos serán los habitantes del sector y las comunidades aledañas al proyecto e indirectamente serán los habitantes del resto de la parroquia debido a que existen propietarios de terrenos que no son precisamente pertenecientes al lugar.

El proyecto de diseño de la construcción del ingreso vial al sitio La Muerta desde el recinto Altamira será factible por la predisposición de los autores y por amplia información técnica que existe en la rama de vías de comunicación y la disponibilidad de información bibliográfica mediante el uso de la tecnología informática.

El proyecto materia de este estudio tendrá un elevado impacto social y económico, porque trata de una obra de infraestructura esencial para el avance de obras básicas que siempre serán necesarias para el desarrollo de una comunidad.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

1.3 Descripción general

El proyecto está compuesto sobre un margen topográfico aproximadamente de 2.97 km de longitud, conectándose al inicio con la vía Operacional Manta – Quevedo justo en el km 86 ubicando el recinto Altamira, en su trayecto se intersecta la escuela Dr. Daniel Acosta Rosales y al final conduce hacia las fincas u otras zonas de producción de los habitantes.

El proyecto finaliza perpendicularmente con el rio Pata de Pájaro por ende este será el límite del diseño de la vía de ingreso. El proyecto se planteará en base a las normativas y recomendaciones de diseño brindadas por las Norma Ecuatoriana Vial (NEVI), de tal forma que se acomode de manera beneficiosa a las condiciones del sitio.

1.4 Localización física del proyecto

1.4.1 Macro localización

La vía de ingreso al sitio La Muerta, con 2.97 km. de longitud, está ubicada en la parroquia San Placido de la Provincia de Manabí y se accede desde aproximadamente en el Km. 86 de la vía Operacional Manta - Quevedo ubicada el recinto Altamira parte rural del cantón Portoviejo.

LATITUD	LONGITUD
1°2'58.20"S	80°5'24.12"O



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

El desarrollo del trazado de la vía, se observa en el Mapa general de implantación que se indica en la Carta Topográfica del Gobierno Provincial de Manabí.



Ilustración nº 1: Ubicación del sitio del proyecto

Fuente: (Gobierno Provincial de Manabí, 2017)

1.4.2 Micro localización

La vía atraviesa terrenos de topografía rural montañosa. A los costados de su trayecto se encuentran terrenos con muchas vegetaciones como el laurel, planta de cacao, café, pachaco y entre otras.



1.5 Climatología

1.5.1 Características generales

En diversos estudios señalan que la influencia de los desplazamientos de masas de aire y agua determinan las características climáticas de la región de la provincia de Manabí. En el Pacífico se originan las masas de aire y de agua cuando se localizan en el perfil costanero se generan lluvias de gran intensidad en los meses de diciembre a mayo siendo marzo el mes donde alcanza su máxima intensidad, pero a medida que dichas masas de agua y aire se desplazan hacia el norte comienza la temporada seca y se extiende hasta los meses de noviembre y diciembre.

La orografía de la zona influye en el clima de la provincia de Manabí, determinando tres tipos de climas de occidente a oriente; las temperaturas por lo general son constantes, sin experimentar mayores cambios (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2011).

- Clima tropical megatérmico semi-árido: Afecta a la franja costanera donde las precipitaciones anuales son inferiores a 500mm. Las temperaturas medias anuales son mayores a 24° C.
- Clima tropical megatérmico seco a semi-húmedo: Se presenta en una franja longitudinal en la que la precipitación varía de 500mm a 1000mm, la estación seca es muy marcada; la temperatura media es de 25° C.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- Clima tropical megatérmico húmedo: se presenta en la zona oriental de la provincia, la precipitación varía entre 1000mm y 2000mm. La temperatura media es de 25° C.

El fenómeno del Niño afecta a la región de la provincia de Manabí generando fluctuaciones del clima. El Niño es un fenómeno climático relacionado con el calentamiento del Pacífico, el cual se manifiesta erráticamente cíclico, provocando estragos debido a un incremento de las lluvias.

El clima de la zona del proyecto se clasifica en la región bioclimática sub desértico tropical; en la provincia de Manabí esta región bioclimática cubre Bahía de Caráquez, Charapotó, Portoviejo, Montecristi, Julcuy y Valle del Ayampe alto (GAD Provincial de Manabí, 2010).

En la Ilustración nº 2 se aprecian las zonas climáticas del cantón Portoviejo:

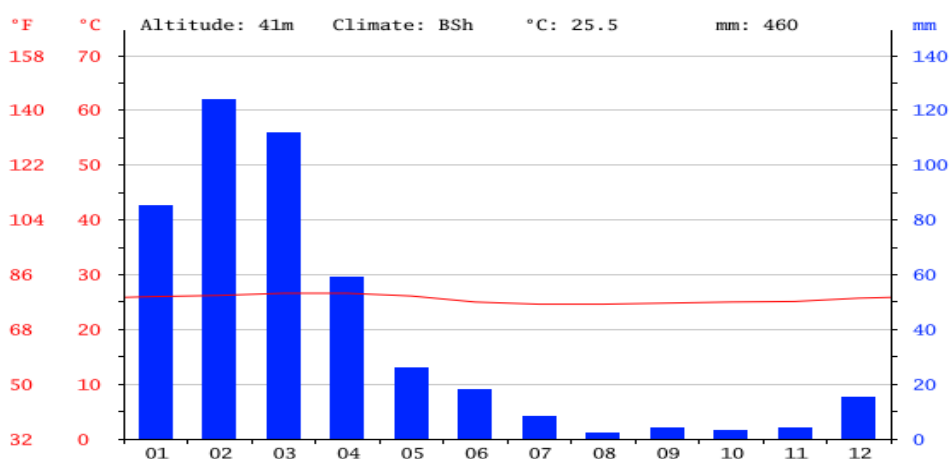


Ilustración nº 2: Zona climática del Cantón Portoviejo

Fuente: (GAD Provincial de Manabí, 2010)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Para el presente proyecto se ha considerado la estación meteorológica M1090 San Miguel perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), ubicada como muestra la Ilustración n° 3.

M1079	CONVENTO	PV	MANABI	0G 16' 0" S	80G 2' 0" W	Activa
M1080	POZA HONDA	CP	MANABI	1G 7' 0" S	80G 12' 0" W	Activa
M1081	LA COLOMBIA (AYAMPE)	PV	MANABI	1G 40' 0" S	80G 40' 0" W	Activa
M1082	CEIBAL	CP	MANABI	0G 57' 0" S	80G 28' 0" W	Activa
M1088	BOTADERO (RIO BRICENIO)	PV	MANABI	0G 32' 0" S	80G 16' 0" W	Activa
M1089	LA AZUCENA	PV	MANABI	1G 4' 0" S	79G 59' 0" W	Activa
M1090	SAN MIGUEL	PV	MANABI	1G 2' 0" S	80G 5' 0" W	Activa
M1091	RIO GRANDE (CHONE)	PV	MANABI	0G 40' 0" S	79G 59' 0" W	Activa
M1092	SANCAN-CRM	CO	MANABI	1G 15' 0" S	80G 35' 0" W	Activa
M1095	INGENIO AZTRA (LA TRONCAL)	AU,CP	CAÑAR	2G 26' 15" S	79G 21' 09" W	Activa
M1096	GUAYAQUIL U.ESTATAL (RADIO SONDA)	AU,CP	GUAYAS	2G 10' 50" S	79G 53' 59" W	Activa

Ilustración n° 3: Tabla Estaciones Meteorológicas

Fuente: (INAMHI, Red de Estaciones Metereológicas, 2015)

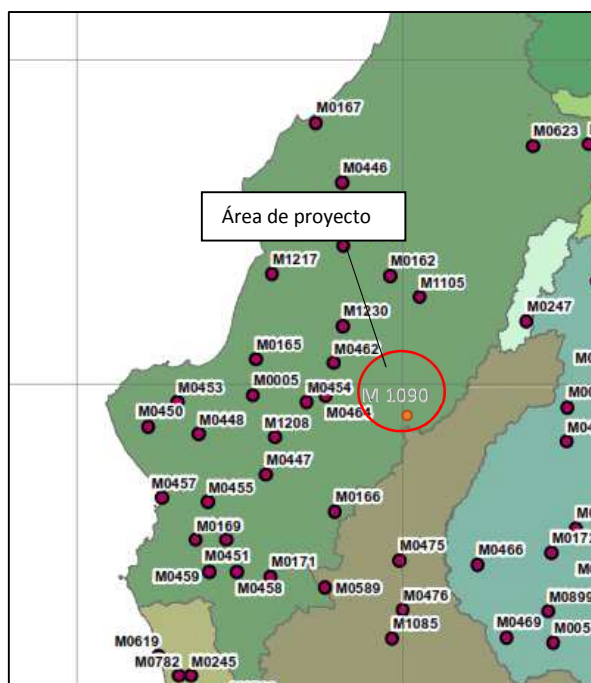


Ilustración n° 4: Mapa de Ubicación de Estaciones Meteorológicas 137

Fuente: (INAMHI, Anuario Metereológico N° 52-2012, 2015)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

1.5.2 Precipitación

La presencia de la corriente cálida del Niño, tiene gran influencia en las precipitaciones de la zona. La variación temporal y espacial con sus valores característicos de precipitación mensual y anual.

CODIGO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL ANUAL	Máxima en 24 Hrs Fecha	Número de días
M0458	218.0	515.0	240.9	280.9	192.1	24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	17.2	1490.1		
M0459	277.7	456.7	449.5	195.1	184.9	24.1	1.2	1.8	0.3	0.0	0.5	16.6	1608.4	76.7	9-feb
M0464	266.4	860.8	438.9	121.3	152.7	53.3	1.7	0.0	0.0	0.0	3.2	35.9	1934.2		
M0465	526.0	485.1	768.2	486.0	283.2	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.7	2610.0	90.3	19-abr
M0466	393.2	431.4	748.9	247.3	169.3	47.1	2.0	0.0	2.0	1.2	5.4	11.9	2059.7		
M0469	475.9	537.3	699.0	489.0	205.5	4.1	0.0	0.0	0.5	3.8	4.1	38.9	2458.1	106.4	5-may
M0470	585.6	711.2	570.1	432.4	164.1	12.8	3.5	0.0	0.0	2.1	12.7	74.3	2568.8	108.5	19-abr
M0471	756.3	689.5	555.5	493.0	288.6	17.7	3.1	0.8	0.0	2.5	7.8	26.9	2841.7		
M0475			429.5	384.0	251.3	21.0	0.0	63.5	0.0	0.0	0.0	33.0			
M0476	254.8	348.5	391.5	254.8	226.8	4.1	0.0	0.0	1.8	0.8	1.7	48.8	1533.6	67.5	21-feb
M0477	500.4	590.5	480.2	239.6	135.2	4.4	5.5	4.6	14.6	11.3	5.3	25.4	2017.0	127.2	9-mar
M0481	270.2	170.2	108.7	119.9	39.5	18.6	30.7	7.5	10.8	39.9	21.6	45.0	882.6	60.0	7-ene
M0482	134.9	225.2	119.6	127.9	15.7	1.5	0.0	0.0	0.0	4.0	3.0	7.0	638.8		
M0485	522.6	526.5	624.0	407.8	330.5	372.5	466.6	567.2	182.1	391.8	243.0	169.9	4804.5	163.4	26-mar
M0497	184.6	140.3	254.7	205.0	173.3	178.9	220.8	183.1	103.8	157.4	84.6	99.5	1986.0	58.2	17-jul
M0501	222.6	224.3	357.1	315.2	157.1	167.6	175.4	68.0	184.7	152.4	101.5	100.3	2226.2	81.5	26-mar
M0502			237.9	199.1	182.0	181.1	184.7	97.8	71.0	124.9	106.7				
M0503	211.9	154.2	275.0	233.5	307.3	380.9	296.8	205.1	171.7	91.8	155.4	203.5	2687.1		
M0506	156.9	193.5	375.5		319.2	314.1	202.3	223.2	154.8	199.0	41.0	164.0			
M0508	133.0	523.5	147.6	292.6	101.3	215.9	191.4	121.8	105.3	36.8	79.5	61.8	2010.5	85.8	26-feb
M0515	265.5	458.0	15.2	285.0	16.8	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	130.7	36.8	1221.7	77.6	10-feb
M0535	214.6	91.3	0.2	193.3	60.7	0.0	2.0	0.0	4.1	84.9	123.2	16.4	790.7	30.0	14-may
M0540					89.6	30.1	3.0	1.9	2.5	29.3	26.6				
M0542							8.7	16.7	0.0	71.1	218.1	95.6			
M0543							31.2	46.1	26.0	129.2	195.4	118.6			
M0544	141.6	175.4	85.1	159.8	52.5	23.0	0.0	0.0	3.1	32.3	140.8	43.9	857.5	21.2	20-oct
M0563	550.3		1816.2	730.0	766.9	892.6	955.7	334.9	1516.4	1987.4	2362.5	2236.0			
M0583	153.5	71.6	150.7	55.1	102.4	58.2	55.9	196.8	30.0	78.7	79.0	52.1	1084.0	20.8	31-ago
M0589	166.1	82.6	195.0	101.5	37.5	4.0	0.0	0.0	1.7	0.0	4.1	1.9	594.4	88.0	15-mar
M0619	144.6	189.1	201.5	0.0	10.0	10.0	0.0	3.5	8.5	20.8	1.6	2.0	591.6	82.6	27-feb
M0697	534.6	502.6	647.7	404.5	461.6	530.5		467.5	250.5	349.9	189.3	597.7			
M0698	445.0	555.3	700.7	246.2	437.9	394.7	861.5	125.4	111.6	72.9	309.6	177.8	4438.6	70.7	28-mar
M0710	263.8	438.0	602.8	353.6	274.2	320.9	189.9	116.6	139.4	378.2	211.7	311.9	3601.0	141.2	22-oct
M1074			372.4	10.1	10.9	15.9	2.2	40.0	25.9	27.8	6.4	7.8			
M1076			807.8	117.8	211.1	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.5			
M1077			441.9	216.6	227.5	53.1	2.7	0.3	1.0	0.0	22.8	5.5			
M1078		207.5	315.6	23.7	24.4	9.1	1.8	16.9	12.7	21.4	7.3	9.3			
M1079			507.2	115.4	199.7	68.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.4			
M1080			519.7	191.0	154.8	33.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1			
M1081	168.0	236.2	218.8	55.4	46.2	49.2	37.5	49.2	78.0	72.5	32.5	67.3	1110.8	25.1	18-mar
M1085							0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	47.6			
M1086	675.7	700.2	658.4	497.8	347.6	183.8	43.1	18.9	11.6	44.0	73.6	90.1	3344.8	161.9	12-feb
M1088			145.1	21.8	82.6	11.1	3.5	0.5	0.0	0.5	2.9	10.7			
M1089			745.1	297.6	256.6	79.0	2.3	0.5	1.2	7.2	10.2	48.8			
M1090	688.0	670.3	589.6	263.0	422.7	73.3	3.5	0.0	9.0	10.3	8.9	57.6	2796.2		
M1091			629.8	215.9	390.2	93.8	14.5	1.3	0.0	0.7	2.4	57.3			
M1092			179.0	30.3	29.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	22.6			
M1094	86.0	69.3	52.7	112.7	6.7	7.7	3.2	5.6	9.5	59.8	113.9	19.4	546.5	38.1	5-nov

Tabla nº 1: Valores Pluviométricos Mensuales 2012

Fuente: (INAMHI, Anuario Meteorológico N° 52-2012, 2015)

La información espacial temporal cercana al área del proyecto permite conocer como se indica en la ilustración 6, que el rango de precipitaciones media está en el orden de 964.2 – 1183.7 mm anual.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

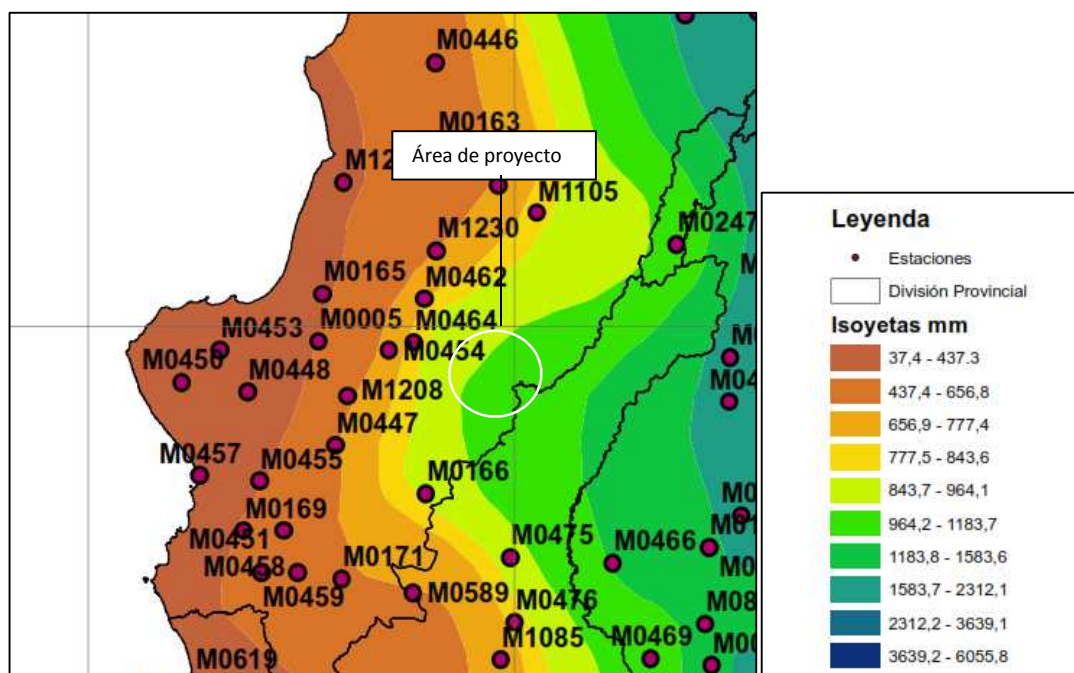


Ilustración nº 5: Mapa de Isoyetas Anual 2011 135

Fuente: (INAMHI, Anuario Metereológico N° 52-2012, 2015)

1.5.3 Temperatura

El clima es muy variable, aunque generalmente cálido, en el transcurso del verano el clima es templado. No así en el invierno cuando el clima es muy caluroso. La temperatura promedio es de 24 grados centígrados. Las precipitaciones anuales varían entre 500 y 1000 mm⁴.

El cantón, al igual que todo el Ecuador, tiene dos estaciones: Invierno o época de lluvias, la cual comprende una temporada de enero a mayo aproximadamente; y la época de Verano o época seca que va desde junio hasta diciembre.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

El rango de temperatura media cercana al área de proyecto está fluctuando entre 24.2 - 25.1°C como se indica la información espacial temporal de la Ilustración nº 6: .

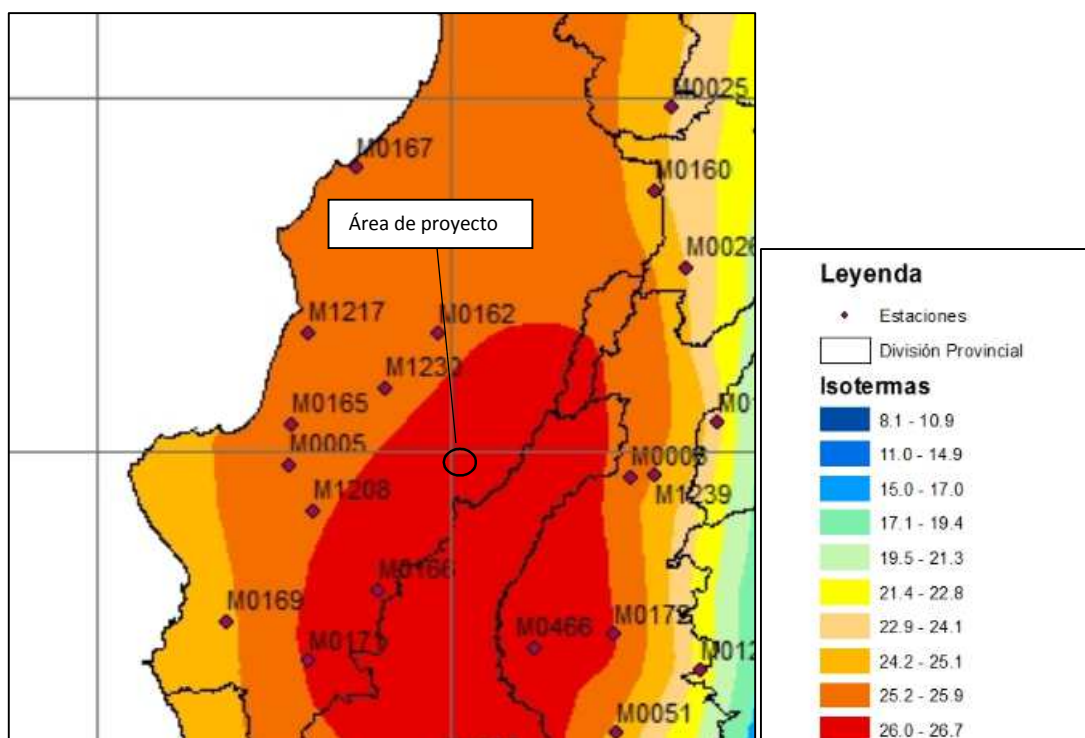


Ilustración nº 6: Mapa de Isotermas Anual 2011 133

Fuente: (INAMHI, Anuario Metereológico N° 52-2012, 2015)

1.5.4 Suelo

El cantón Portoviejo se caracteriza por tener una topografía entre llanura y montaña; según el Mapa General de Suelos del Ecuador indicado en la ilustración nº 7, el suelo propio del área del proyecto se clasificaría según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en orden “Aridisoles” que son suelos minerales de zonas áridas; con incipiente evidencia de desarrollo; generalmente de colores claros con vegetación desértica. En sub-

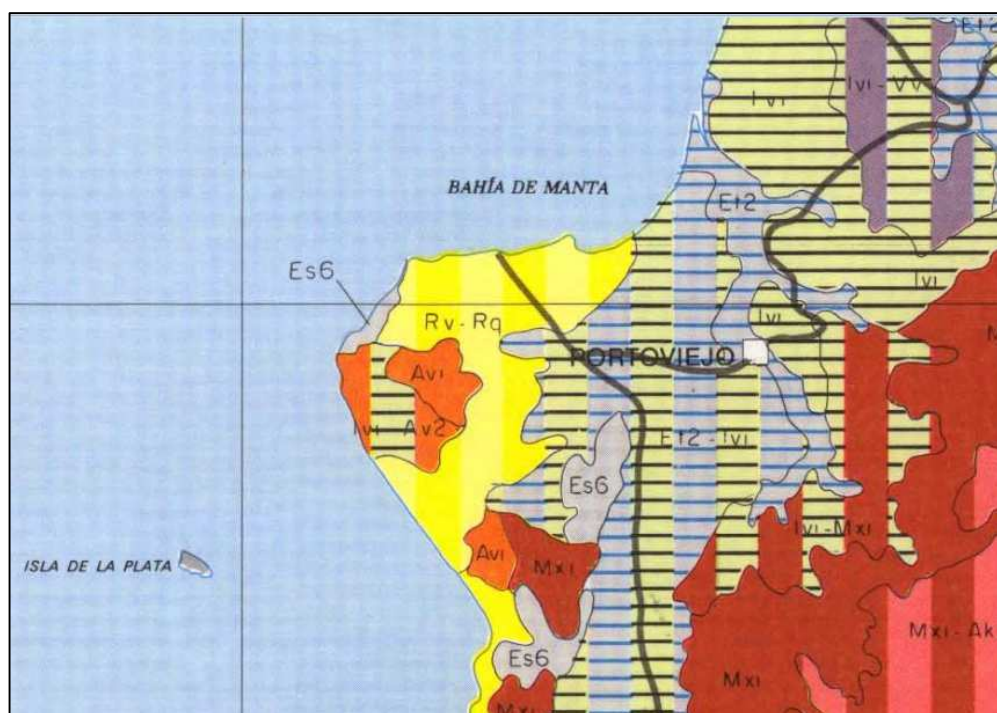


DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

orden se clasifica como “Argids” con horizonte de acumulación de arcilla (argílico) y como gran grupo se clasifica como “Paleargids”. El material de origen es sedimentario reciente y/o antiguo provenientes de depósitos marinos y fluvio marinos: arcillas, arenas y areniscas con chífleras. El suelo del área del proyecto puede ser arcilloso o arcillo arenoso; vérticos (se agrietan en seco) y es ligeramente alcalino. Cabe recalcar que una vez realizado los estudios apropiados se podrá establecer el tipo de suelo del área del proyecto.



CLASIFICACION DEL SUELO SOIL TAXONOMY (USDA)		MATERIAL DE ORIGEN	CLIMA ZONAS DE HUMEDAD Y TEMPERATURA	FISIOGRAFIA Y RELIEVE	CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS	SIMBOLOGIA
ORDEN	SUBORDEN					



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

ARIDOSALES: Suelos minerales de zonas áridas; con incipiente evidencia de desarrollo generalmen- te de colores claros; con vegetación desértica.	ARGIDS Con horizonte de acumulación de arcilla (argílico)	PALEARGIDS	Sedimentario reciente y/o antiguo	Depósitos marinos y fluvio marinos: arcillas, arenas y areniscas con - chilleras	Muy seco	Cálido	Relieves planos a ondulados de antiguas playas levantadas y escalonadas y glacis costeros	Con horizonte argílico dentro de 50 y 100 cm; pardo claros; arcillosos o arcillo arenosos; vérticos (se a- grietan en seco); profundidad vana- ble; pH ligeramente alcalino	Rv
	ORTHIDS Sin horizonte de acumula- ción de arcilla (argílico)	CAMBORTHIDS						Amarillos; limosos o franco limosos; pH ligeramente al- calino a alcalino	Rq
		SALORTHIDS						Oscuros; arcillo limosos; con abundancia de sales	Ri
				Depósitos marinos y/o fluvio ma- rinos: limos y arcillas salinas			Relieves planos de zonas lito- rales y marinas (salitrales)		

Ilustración nº 7: Mapa General de Suelos del Ecuador

Fuente: (Instituto Geográfico Militar, 1986)

1.6 Horizonte de Proyecto

Para el respectivo Diseño se ha considerado la siguiente alternativa:

- A nivel de pavimento flexible: el horizonte del proyecto es de 15 años.

1.7 Equipamiento y Personal de Trabajo

Para el diseño de la vía se cuenta con los equipos necesarios para los tipos de actividades realizadas de acuerdo al horizonte de proyecto. Con nuestros conocimientos adquiridos en los estudios universitarios y en las prácticas pre- profesionales estamos en virtud de realizar este tipo de proyecto.

Por ende, se describirá el equipamiento y el personal necesario para todos los tipos actividades que se ejecutaran en el proyecto.

1.7.1 Topografía

En todo proyecto de ingeniería más aun vial, la topografía es el punto de inicio para la ejecución de cualquier trabajo, debido a que proporciona los datos reales del sitio donde se ejecuta el proyecto, tanto en planimetría como en altimetría.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

De manera general para llevar a cabo un trabajo topográfico se requiere de los siguientes equipamientos y personal:

TRABAJO DE CAMPO	
Equipamiento	Personal
Estación Total Topcon	Topógrafo
	2
2 Prismas	Cadeneros
	2
GPS de precisión Trimble – Juno	Macheteros
3 Radios	-
Cinta métrica y Flexómetro	-
Estacas, machete y pintura	-
Chalecos reflectivos	-
Vehículo de Transporte	Chofer

TRABAJO DE GABINETE	
Equipamiento	Personal
Computadora con los softwares respectivos (AutoCAD Civil 3D 2017, AutoCAD 2015, Google Earth)	Autores

Tabla nº 2: Equipamiento y personal para la topografía

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

1.7.2 Estudios de Suelos

El estudio de suelo es primordial para todo diseño de pavimento por influir de manera directa en su estructura. El equipamiento y el personal de trabajo para identificar el tipo de suelo se describe a continuación:

TOMA DE MUESTRAS	
Equipamiento	Personal
Pico	Peón
Pala	Peón
Abre hoyo	Peón
Cinta métrica y flexómetro	-
Sacos	-
Chalecos reflectivos	-
Vehículo de Transporte	Chofer
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA	
Horno 110°C ± 5°C	Autores
Balanzas	
Tamices 3'', 2'', 1'', 3/8'', N°4, N°10, N°40 y N°200	
Envases o taras	
Cepillo y brocha	
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	
Horno 110°C ± 5°C	Autores
Balanzas	
Recipientes	
Espátula, guantes	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN	
Molde de 6''	Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Martillo de 10 lb. Tamiz N°4 Horno 110°C ± 5°C Balanzas Collar de extensión Enrasador	
ENSAYO DE C.B.R.	
Moldes de 7’’ Disco espaciador Martillo de 10 lb. Aparatos para medir la expansión Diales Pesos de la sobrecargas Pistón de penetración Dispositivo de carga Tanque de remojo Horno 110°C ± 5°C Envases o taras Balanzas Cucharas, regla, mezcladores	Autores

Tabla nº 3: Equipamiento y personal para los estudios de suelos

Elaborado por: Los Autores

1.7.3 Diseño de la vía

Para realizar los alineamientos horizontales y verticales, diseñar la estructura del pavimento y los cálculos para el presupuesto y programación de obra se cuenta con dos computadoras con los softwares respectivos para determinar los valores requeridos.



CAPÍTULO II

MEMORIA DE CÁLCULO

2 DISEÑO DE LA VÍA

2.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es el proceso de recopilación de datos IN-SITU que determina la información necesaria de alineamiento y planimetría, para establecer y reconocer las condiciones óptimas de la ruta a trazar en el proyecto permitiendo establecer las características técnicas del terreno a intervenir y poder plantear la solución de un diseño óptimo de la vía, que permita dar seguridad, movilidad para el disfrute del beneficio de la comunidad.

2.1.1 Introducción

El levantamiento topográfico de la zona del proyecto es la base para establecer un pre diseño de la posible configuración horizontal y vertical de la vía que nos permita determinar la línea de eje e integración con la vegetación y paisaje del medio donde se proyecta. Según los requerimientos del proyecto, la idea principal es la de satisfacer a una comunidad abandonada, con la propuesta de una faja que se determinó para el levantamiento de una vía de ingreso que nos permita la movilidad, comunicación de una manera ágil, fácil, al sitio.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA



Ilustración nº 8: Zona del Proyecto donde se ubicará la vía de acceso

Elaborado por: Los Autores

2.1.2 Metodología del Levantamiento

Se realiza como punto de partida en el sector la inspección física del área del proyecto, donde el cual se obtuvo como dato preponderante las coordenadas emitida por el GPS de alta precisión en la vía existente para la ubicación de la posible intersección con la vía en proyecto.

Tomando como premisa la información determinada se procede al recorrido de la zona del proyecto, en la cual se constata una franja desbrozada de aproximadamente de 20 metros de ancho y 3000 metros de longitud.

Según lo observado y expuesto el objetivo principal es la disposición de una vía que permita una comunicación directa, rápida y segura para los habitantes del sitio y cercanos a este.

Para enlazar y georreferenciar los datos tomados con la estación se establece un sistema de coordenadas conocidas como base y se realiza el enlace con las



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

coordenadas U.T.M – WGS 84 (Universal Transverse Mercator - World Geodetic System 84) de la red universal con un GPS, en la cual se define un sistema de coordenadas planas como Norte, Este y Cota a partir de un hito ubicado en la entrada del sitio Altamira con el GPS de alta precisión (RTK). Siendo éste hito de control horizontal y vertical, se realizó el enlace de tres puntos de control horizontal, vertical y altura ubicados en sitios estratégicos para realizar la georreferenciación del levantamiento topográfico de la zona de proyecto.

En el proceso de toma de datos la estación total se ubica en sitios estratégicos para obtener la mayor cantidad de puntos, para luego realizar cambios de estación a beneficio y aprovechamiento de acuerdo a los escenarios que se presenten en el proceso. (Llvisaca, 2014)

Luego los datos se enlazaran mediante GPS, según se expone en el numeral 2A.301 “Ingeniería Básica para Estudios Viales-Aspectos Geodésicos y Topográficos”. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA



Ilustración nº 9: Detalle fotográfico de la ejecución del levantamiento topográfico.

Elaborado por: Los Autores

2.2 Definición de trazado

Para cualquier diseño de carreteras, se debe considerar los criterios, procedimientos y métodos para el desarrollo de diseños viales con bases y fundamentos de información confiable referida a temas técnicos y criterios viales para establecer la ruta y el trazado más conveniente. La aplicabilidad de la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12), deberá ser tomada en cuenta por cualquier persona o entidad que desarrolle proyectos para el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

2.2.1 Normas de diseño (NEVI -12)

Según como se expone en la norma NEVI-12 con respecto al referenciarían de estudios viales, se da fiel cumplimiento según lo explicado en el numeral. Para



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

normalizar, la estructura de la red vial del país de este siglo, se ha clasificado a las carreteras de acuerdo al volumen de tráfico que procesa o que se estima procesará en el año horizonte o de diseño. La Tabla presenta la clasificación funcional propuesta de las carreteras y caminos en función del TPDA. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Clasificación Funcional de las Vías en base al TDPA _d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TDPA _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 de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Tabla nº 4: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 64)

TPDA_d= TPDA correspondiente al año horizonte o de diseño

C1= Equivale a carretera de mediana capacidad

C2= Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3= Camino agrícola / forestal

Se define como años de operación (n); al tiempo comprendido desde la inauguración del proyecto hasta el término de su vida útil, teniendo las siguientes consideraciones:

Proyectos de rehabilitación y mejoras



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

n=20 años

Proyectos especiales de nuevas vías

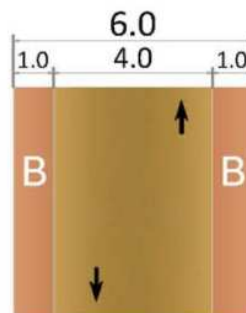
n=30 años

Mega proyectos Nacionales

n=50 años

Por lo mostrado y considerando la funcionalidad de las vías y su uso para este caso se seleccionará una carretera tipo C3; equivalente a Camino agrícola / forestal, según el esquema presentado a continuación.

Camino Agrícola / Forestal



Velocidad de Proyecto: 40 km/h
Pendiente máxima: 16%

Ilustración nº 10: Esquema de camino básico C3

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 65)

2.2.2 Alineamiento Horizontal

Para el diseño de curvas horizontales se deben considerar dos casos:

- Tangente seguida por una curva horizontal.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

En esta situación, las fuerzas centrífugas actúan en contra de la operación segura de los vehículos cuando entran y circulan por la curva.

- Alineamiento compuesto de tangente 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.

Para dar seguridad y economía a la operación del tránsito, se ha introducido factores limitantes en los métodos de diseño del 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 las longitudes de transición mínima cuando se pasa de una tangente a una curva. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

La ecuación que representa los parámetros indicados y la velocidad de diseño, es la siguiente:

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

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.



2.2.2.1 Factor máximo de fricción lateral y tasa de sobre elevación o peralte.

El factor de fricción lateral depende principalmente de las condiciones de las llantas de los vehículos, el tipo y estado de la superficie de rodamiento y de la velocidad del vehículo, mientras que la sobreelevación o peralte depende de las condiciones climáticas, tipo de área, urbana o rural, frecuencia de vehículos de baja velocidad y las condiciones del terreno.

La AASHTO presenta factores de fricción lateral con variaciones entre 0.17 y 0.10 en función inversa de la velocidad para todo tipo de carreteras rurales y urbanas con velocidades comprendidas entre 30 y 110 kilómetros por hora.

La sobreelevación o peralte (e), siempre se necesita cuando un vehículo viaja en una curva cerrada una velocidad determinada, para contrarrestar las fuerzas centrífugas y el efecto adverso de la fricción que se produce entre la llanta y el pavimento. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Dado que las condiciones meteorológicas y topográficas imponen condiciones particulares en los diseños, se recomiendan para diseño los siguientes factores de sobreelevación para diferentes tipos de área donde se localicen las carreteras:

Tasa de sobreelevación recomendada por la AASHTO

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 132)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Tasa de sobreelevación, "e" en (%)	Tipo de Área
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	suburbana
4	Urbana

Tabla nº 5: Tasa de peralte según el tipo de área

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 132)

El tipo de área donde se encuentra el proyecto es Rural montañosa por lo que la tasa de sobre elevación (e) será de 10%.

2.2.2.2 Velocidad de Diseño

Para este diseño en particular se optará la velocidad recomendada según el tipo de carretera seleccionada en la clasificación funcional de vías, señalada en la figura para un camino agrícola / forestal que es de 40 km/h.

2.2.2.3 Radio Mínimo de curvatura

Los radios mínimos son valores límites de la curvatura para una velocidad de diseño dada, que se relacionan con la sobreelevación máxima y máxima fricción lateral escogida para diseño (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

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

Siendo:

e= 10%

f= 0.23



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

V=40 Km/h

R= ¿?

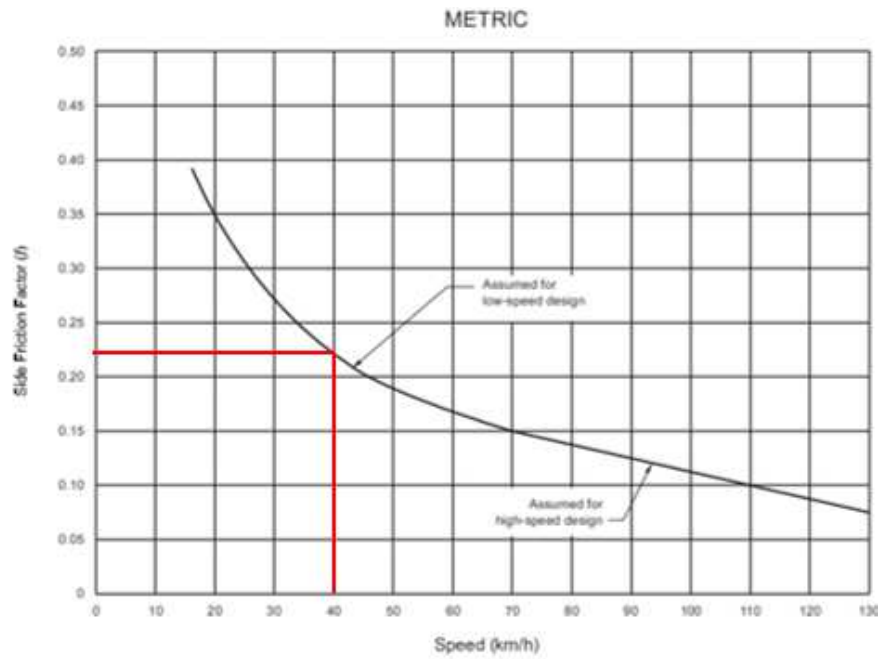


Ilustración nº 11: Cálculo del factor de fricción según la velocidad del proyecto

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 134)

$$R = \frac{(40 \text{ km/h})^2}{127 \left[\left(\frac{10}{100} \right) + 0.23 \right]} = 38.177046 \text{ m}$$

El grado de curva o de curvatura (Gc) es el ángulo sustentado en el centro de un círculo de radio R por un arco de 100 pies o de 20 metros, según el sistema de medidas utilizado. Para nuestro país, que se rigen por el sistema métrico, se utiliza la siguiente expresión para el cálculo de:

$$G_c = \frac{1145.92}{R}$$
$$G_c = \frac{1145.92}{45} = 25^\circ 27' 53.6''$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Con los valores calculados del radio mínimo y grado de curva o de curvatura se puede determinar el radio para el diseño horizontal, como muestra la siguiente tabla:

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Friccion Maxima	Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado	
30	0,17	26,2	25	45°50'
40	0,17	46,7	45	25°48'
50	0,16	75,7	75	15°17'
60	0,15	113,4	115	9°58'
70	0,14	160,8	160	7°10'
80	0,14	210,0	210	5°27'
90	0,13	277,3	275	4°10'
100	0,12	357,9	360	3°11'
110	0,11	453,7	455	2°31'
120	0,09	596,8	595	1°56'

Tabla nº: 6: Radios mínimos y grados máximos de Curvas Horizontales para distintas Velocidades de Diseño

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 134)

Estableciendo como radio mínimo para el diseño horizontal el valor recomendado de **45 metros**.

Para obviar el cálculo del peralte, se procedió a determinar radios de curvatura mayores de lo recomendado para que el peralte tienda hacer cero.



2.2.2.4 Cálculos de Curvas Circulares

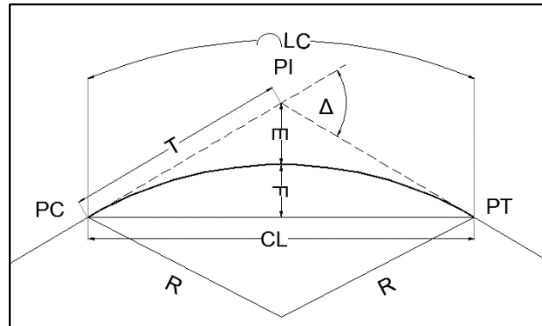


Ilustración nº 12: Figura de una Curva Circular con sus elementos

Elaborado por: Los Autores

Donde:

- PC:** Punto en donde empieza la curva simple
- PI:** Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
- PT:** Punto en donde termina la curva simple
- R:** Radio de la curva circular.
- Δ:** Ángulo de deflexión.- El que se forma con la prolongación de uno de los alineamientos. Es igual al ángulo central subtendido por el arco.
- LC:** Longitud de la curva.- Es la longitud del arco entre el PC y el PT.
- T:** Tangente.- Es la distancia entre el PI y el PC o entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes
- E:** External.- Es la distancia mínima entre el PI y la curva.
- F:** Ordenada media.- Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva.
- CL:** Cuerda larga.- Es la recta comprendida entre el PC y el PT puntos de la curva.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Datos de la Curva Circular N°1

$$\Delta = 71,0118^\circ = 71^\circ 00' 42''$$

$$PI = Dm 215,70$$

$$R = 60,00 \text{ mt}$$

Con los siguientes datos procedemos a calcular los parámetros de la curva circular:

a) Tangente “Sub-tangente”

$$T = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$T = 60 * \tan\left(\frac{71^\circ 00' 42''}{2}\right) = 42,807 \text{ mt}$$

b) Cuerda

$$CL = 2 * R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$CL = 2 * 60 * \sin\left(\frac{71^\circ 00' 42''}{2}\right) = 69,694 \text{ mt}$$

c) Flecha “Foco”

$$F = R * \left[1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right]$$

$$F = 60 * \left[1 - \cos\left(\frac{71^\circ 00' 42''}{2}\right)\right] = 11,157 \text{ mt}$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

d) External

$$E = R * \left[\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1 \right]$$

$$E = 60 * \left[\sec\left(\frac{71^{\circ}00'42''}{2}\right) - 1 \right] = 13,705 \text{ mt}$$

e) Longitud de la curva

$$L_c = \frac{\pi * R * \Delta}{2}$$

$$L_c = \frac{\pi * 60 * 71^{\circ}00'42''}{2} = 74,363 \text{ mt}$$

f) Punto donde comienza la curva.

$$P_c = PI - STan$$

$$P_c = 215,7 - 42,807 = Dm 172,89$$

g) Punto donde termina la curva

$$PT = PC + L_c$$

$$PT = 172,89 + 74,363 = Dm 247,26$$

h) Centro de la curva

$$Cc = P_c + \left(\frac{L_c}{2}\right)$$

$$Cc = 172,89 + \left(\frac{74,363}{2}\right) = 210,07 \text{ mt}$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

i) Deflexión de la curva

$$\alpha = \left(\frac{\Delta}{2L_c} \right)$$

$$\alpha = \left(\frac{71^{\circ}00'42''}{74,363} \right) = 0,477$$

Se procede a replantear la curva de la siguiente manera:

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA				
ESTACAMIENTO:				10
ABSCISAS		CUERDA	α	DEFLEXION
PC	Dm 172,89			
	Dm 180,00	7,107	0,477	3° 23' 36"
	Dm 190,00	17,107	0,477	8° 10' 05"
	Dm 200,00	27,107	0,477	12° 56' 33"
	Dm 210,00	37,107	0,477	17° 43' 02"
Cc	Dm 210,07	37,182	0,477	17° 45' 11"
	Dm 220,00	47,107	0,477	22° 29' 31"
	Dm 230,00	57,107	0,477	27° 16' 00"
	Dm 240,00	67,107	0,477	32° 02' 28"
	PT	Dm 247,26	74,363	0,477

Tabla nº 7: Cálculo de la curva circular N°1

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 2

DATOS CURVA	
Δ	81° 09' 47"
Δ	81,1631°
ABCSISA PI	Dm 342,89
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 55 * \tan(81° 09' 47'')/2$	47,110 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \text{Sen}(81° 09' 47'')/2$	71,558 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \text{Cos}(81° 09' 47'')/2]$	13,229 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\text{Sec}(81° 09' 47'')/2 - 1]$	17,418 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (81° 09' 47'')/180°$	77,911 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 342,89 - 047$	Dm 295,78
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 296 + 078$	Dm 373,69
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 296 + (374/2)$	Dm 334,74
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 81° 09' 47'' / (2 * 078)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
		α	DEFLEXION
PC	Dm 295,78		
	Dm 300,00	4,220	0,521
	Dm 310,00	14,220	0,521
	Dm 320,00	24,220	0,521
	Dm 330,00	34,220	0,521
Cc	Dm 334,74	38,955	0,521
	Dm 340,00	44,220	0,521
	Dm 350,00	54,220	0,521
	Dm 360,00	64,220	0,521
	Dm 370,00	74,220	0,521
PT	Dm 373,69	77,911	0,521

Tabla nº 8: Cálculo de la curva circular N°2

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 3

DATOS CURVA	
Δ	69° 47' 38"
Δ	69,7940°
ABCSISA PI	Dm 470,41
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 55 * \tan(69° 47' 38'')/2$	38,364 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \text{Sen}(69° 47' 38'')/2$	62,931 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \text{Cos}(69° 47' 38'')/2]$	9,890 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\text{Sec}(69° 47' 38'')/2 - 1]$	12,058 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (69° 47' 38'')/180°$	66,997 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 470,41 - 038$	Dm 432,05
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 432 + 067$	Dm 499,04
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 432 + (499/2)$	Dm 465,54
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 69° 47' 38'' / (2 * 067)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
		α	DEFLEXION
PC	Dm 432,05		
	Dm 440,00	7,954	0,521
	Dm 450,00	17,954	0,521
	Dm 460,00	27,954	0,521
Cc	Dm 465,54	33,499	0,521
	Dm 470,00	37,954	0,521
	Dm 480,00	47,954	0,521
	Dm 490,00	57,954	0,521
PT	Dm 499,04	66,997	0,521

Tabla nº 9: Cálculo de la curva circular N°3

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 4

DATOS CURVA	
Δ	48° 48' 32"
Δ	48,8089°
ABCSISA PI	Dm 729,05
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R \cdot \tan(\Delta/2)$	$T = 55 \times \tan(48^\circ 48' 32'')/2$	24,954 m
CUERDA (C)	$C = 2 \cdot R \cdot \sin(\Delta/2)$	$C = 2 \cdot 55 \cdot \sin(48^\circ 48' 32'')/2$	45,449 m
FLECHA (F)	$F = R \cdot [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 55 \cdot [1 - \cos(48^\circ 48' 32'')]$	4,914 m
EXTERNAL	$E = R \cdot [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 \cdot [\sec(48^\circ 48' 32'')/2 - 1]$	5,396 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi \cdot R \cdot \Delta / 180$	$Lc = \pi \cdot 55 \cdot (48^\circ 48' 32'')/180^\circ$	46,853 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 729,05 - 025$	Dm 704,10
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 704 + 047$	Dm 750,95
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 704 + (751/2)$	Dm 727,52
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 48^\circ 48' 32'' / (2 \cdot 047)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
		α	DEFLEXION
PC	Dm 704,10		
	Dm 710,00	0,521	3° 04' 31"
	Dm 720,00	0,521	8° 17' 03"
Cc	Dm 727,52	0,521	12° 12' 08"
	Dm 730,00	0,521	13° 29' 34"
	Dm 740,00	0,521	18° 42' 05"
	Dm 750,00	0,521	23° 54' 37"
PT	Dm 750,95	0,521	24° 24' 16"

Tabla n° 10: Cálculo de la curva circular N°4

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 5

DATOS CURVA	
Δ	70° 47' 49"
Δ	70,7969°
ABCSISA PI	Dm 838,81
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R \cdot \tan(\Delta/2)$	$T = 55 \times \tan(70^\circ 47' 49'')/2$	39,084 m
CUERDA (C)	$C = 2 \cdot R \cdot \sin(\Delta/2)$	$C = 2 \cdot 55 \cdot \sin(70^\circ 47' 49'')/2$	63,718 m
FLECHA (F)	$F = R \cdot [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 55 \cdot [1 - \cos(70^\circ 47' 49'')]$	10,167 m
EXTERNAL	$E = R \cdot [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 \cdot [\sec(70^\circ 47' 49'')/2 - 1]$	12,473 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi \cdot R \cdot \Delta / 180$	$Lc = \pi \cdot 55 \cdot (70^\circ 47' 49'')/180^\circ$	67,960 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 838,81 - 039$	Dm 799,73
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 800 + 068$	Dm 867,69
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 800 + (868/2)$	Dm 833,71
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 70^\circ 47' 49'' / (2 \cdot 068)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
		α	DEFLEXION
PC	Dm 799,73		
	Dm 800,00	0,521	0° 08' 34"
	Dm 810,00	0,521	5° 21' 06"
	Dm 820,00	0,521	10° 33' 37"
	Dm 830,00	0,521	15° 46' 08"
Cc	Dm 833,71	0,521	17° 41' 57"
	Dm 840,00	0,521	15° 46' 08"
	Dm 850,00	0,521	20° 58' 40"
	Dm 860,00	0,521	26° 11' 11"
PT	Dm 867,69	0,521	30° 11' 23"

Tabla n° 11: Cálculo de la curva circular N°5

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 6

DATOS CURVA	
Δ	39° 53' 50"
Δ	39,8971°
ABCSISA PI	Dm 948,09
RADIO (R)	65,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 65 * \tan(39° 53' 50" / 2)$	23,592 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \sin(\Delta/2)$	$C = 2 * 65 * \sin(39° 53' 50" / 2)$	44,353 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 65 * [1 - \cos(39° 53' 50" / 2)]$	3,900 m
EXTERNAL	$E = R * [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 65 * [\sec(39° 53' 50" / 2) - 1]$	4,149 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 65 * (39° 53' 50" / 180)$	45,262 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 948,09 - 024$	Dm 924,50
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 924 + 045$	Dm 969,76
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 924 + (970/2)$	Dm 947,13
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 39° 53' 50" / (2 * 045)$	0,441

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
		α	DEFLEXION
PC	Dm 924,50		
	Dm 930,00	5,502	0,441
	Dm 940,00	15,502	0,441
	Dm 947,13	22,631	0,441
Cc	Dm 950,00	25,502	0,441
	Dm 960,00	35,502	0,441
PT	Dm 969,76	45,262	0,441

Tabla n° 12: Cálculo de la curva circular N°6

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 7

DATOS CURVA	
Δ	25° 47' 29"
Δ	25,7913°
ABCSISA PI	Dm 1027,41
RADIO (R)	80,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 80 * \tan(25° 47' 29" / 2)$	18,316 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \sin(\Delta/2)$	$C = 2 * 80 * \sin(25° 47' 29" / 2)$	35,708 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 80 * [1 - \cos(25° 47' 29" / 2)]$	2,018 m
EXTERNAL	$E = R * [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 80 * [\sec(25° 47' 29" / 2) - 1]$	2,070 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 80 * (25° 47' 29" / 180)$	36,011 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 1027,41 - 018$	Dm 1009,09
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 1.009 + 036$	Dm 1045,11
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 1.009 + (1.045/2)$	Dm 1027,10
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 25° 47' 29" / (2 * 036)$	0,358

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
		α	DEFLEXION
PC	Dm 1009,09		
	Dm 1010,00	0,906	0,358
	Dm 1020,00	10,906	0,358
	Dm 1027,10	18,006	0,358
Cc	Dm 1030,00	20,906	0,358
	Dm 1040,00	30,906	0,358
PT	Dm 1045,11	36,011	0,358

Tabla n° 13: Cálculo de la curva circular N°7

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 8

DATOS CURVA	
Δ	56° 00' 49"
Δ	56,0136°
ABCSISA PI	Dm 1108,23
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 55 * \tan(56° 00' 49"/2)$	29,252 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \text{Sen}(56° 00' 49"/2)$	51,653 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \text{Cos}(56° 00' 49"/2)]$	6,441 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\text{Sec}(56° 00' 49"/2) - 1]$	7,295 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (56° 00' 49")/180°$	53,769 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 1108,23 - 029$	Dm 1078,98
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 1.079 + 054$	Dm 1132,75
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 1.079 + (1.133/2)$	Dm 1105,86
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 56° 00' 49" / (2 * 054)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ESTACAMIENTO:			10
ABSCISAS	CUERDA	α	DEFLEXION
PC Dm 1078,98			
Dm 1080,00	1,022	0,521	0° 31' 57"
Dm 1090,00	11,022	0,521	5° 44' 28"
Dm 1100,00	21,022	0,521	10° 57' 00"
Cc Dm 1105,86	26,885	0,521	14° 00' 12"
Dm 1110,00	31,022	0,521	16° 09' 31"
Dm 1120,00	41,022	0,521	21° 22' 02"
Dm 1130,00	51,022	0,521	26° 34' 34"
PT Dm 1132,75	53,769	0,521	28° 00' 24"

Tabla n° 14: Cálculo de la curva circular N°8

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 9

DATOS CURVA	
Δ	34° 02' 53"
Δ	34,0482°
ABCSISA PI	Dm 1266,71
RADIO (R)	70,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 70 * \tan(34° 02' 53"/2)$	21,433 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 70 * \text{Sen}(34° 02' 53"/2)$	40,988 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 70 * [1 - \text{Cos}(34° 02' 53"/2)]$	3,067 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 70 * [\text{Sec}(34° 02' 53"/2) - 1]$	3,208 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 70 * (34° 02' 53")/180°$	41,598 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 1266,71 - 021$	Dm 1245,28
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 1.245 + 042$	Dm 1286,87
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 1.245 + (1.287/2)$	Dm 1266,08
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 34° 02' 53" / (2 * 042)$	0,409

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ESTACAMIENTO:			10
ABSCISAS	CUERDA	α	DEFLEXION
PC Dm 1245,28			
Dm 1250,00	4,723	0,409	1° 55' 59"
Dm 1260,00	14,723	0,409	6° 01' 32"
Cc Dm 1266,08	20,799	0,409	8° 30' 43"
Dm 1270,00	24,723	0,409	10° 07' 05"
Dm 1280,00	34,723	0,409	14° 12' 39"
PT Dm 1286,87	41,598	0,409	17° 01' 27"

Tabla n° 15: Cálculo de la curva circular N°9

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 10

DATOS CURVA	
Δ	17° 40' 06"
Δ	17,6684°
ABCSISA PI	Dm 1405,72
RADIO (R)	80,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 80 * \tan(17° 40' 06" / 2)$	12,434 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \sin(\Delta/2)$	$C = 2 * 80 * \sin(17° 40' 06" / 2)$	24,572 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 80 * [1 - \cos(17° 40' 06" / 2)]$	0,949 m
EXTERNAL	$E = R * [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 80 * [\sec(17° 40' 06" / 2) - 1]$	0,960 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 80 * (17° 40' 06" / 180)$	24,670 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 1405,72 - 012$	Dm 1393,29
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 1.393 + 025$	Dm 1417,96
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 1.393 + (1.418/2)$	Dm 1405,62
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 17° 40' 06" / (2 * 025)$	0,358

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
		α	DEFLEXION
PC	Dm 1393,29		
	Dm 1400,00	6,714	0,358
			2° 24' 15"
Cc	Dm 1405,62	12,335	0,358
	Dm 1410,00	16,714	0,358
			5° 59' 06"
PT	Dm 1417,96	24,670	0,358
			8° 50' 03"

Tabla n° 16: Cálculo de la curva circular N°10

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 11

DATOS CURVA	
Δ	25° 58' 49"
Δ	25,9804°
ABCSISA PI	Dm 1469,08
RADIO (R)	80,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 80 * \tan(25° 58' 49" / 2)$	18,455 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \sin(\Delta/2)$	$C = 2 * 80 * \sin(25° 58' 49" / 2)$	35,965 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 80 * [1 - \cos(25° 58' 49" / 2)]$	2,047 m
EXTERNAL	$E = R * [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 80 * [\sec(25° 58' 49" / 2) - 1]$	2,101 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 80 * (25° 58' 49" / 180)$	36,275 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 1469,08 - 018$	Dm 1450,62
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 1.451 + 036$	Dm 1486,90
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 1.451 + (1.487/2)$	Dm 1468,76
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 25° 58' 49" / (2 * 036)$	0,358

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
		α	DEFLEXION
PC	Dm 1450,62		
	Dm 1460,00	9,375	0,358
			3° 21' 26"
Cc	Dm 1468,76	18,138	0,358
	Dm 1470,00	19,375	0,358
			6° 56' 17"
	Dm 1480,00	29,375	0,358
			10° 31' 09"
PT	Dm 1486,90	36,275	0,358
			12° 59' 25"

Tabla n° 17: Cálculo de la curva circular N°11

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 12

DATOS CURVA	
Δ	26° 34' 39"
Δ	26,5776°
ABCSISA PI	Dm 1536,72
RADIO (R)	80,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 80 * \tan(26° 34' 39" / 2)$	18,895 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 80 * \text{Sen}(26° 34' 39" / 2)$	36,778 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 80 * [1 - \text{Cos}(26° 34' 39" / 2)]$	2,142 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 80 * [\text{Sec}(26° 34' 39" / 2) - 1]$	2,201 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 80 * (26° 34' 39" / 180)$	37,109 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 1536,72 - 019$	Dm 1517,83
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 1.518 + 037$	Dm 1554,93
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 1.518 + (1.555/2)$	Dm 1536,38
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 26° 34' 39" / (2 * 037)$	0,358

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
		ESTACAMIENTO:	10
ABSCISAS	CUERDA	α	DEFLEXION
PC Dm 1517,83			
Dm 1520,00	2,175	0,358	0° 46' 44"
Dm 1530,00	12,175	0,358	4° 21' 35"
Cc Dm 1536,38	18,555	0,358	6° 38' 40"
Dm 1540,00	22,175	0,358	7° 56' 27"
Dm 1550,00	32,175	0,358	11° 31' 18"
PT Dm 1554,93	37,109	0,358	13° 17' 20"

Tabla n° 18: Cálculo de la curva circular N°12

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 13

DATOS CURVA	
Δ	45° 27' 08"
Δ	45,4524°
ABCSISA PI	Dm 1651,27
RADIO (R)	80,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 80 * \tan(45° 27' 08" / 2)$	33,508 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 80 * \text{Sen}(45° 27' 08" / 2)$	61,812 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 80 * [1 - \text{Cos}(45° 27' 08" / 2)]$	6,211 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 80 * [\text{Sec}(45° 27' 08" / 2) - 1]$	6,734 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 80 * (45° 27' 08" / 180)$	63,463 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 1651,27 - 034$	Dm 1617,76
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 1.618 + 063$	Dm 1681,23
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 1.618 + (1.681/2)$	Dm 1649,49
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 45° 27' 08" / (2 * 063)$	0,358

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
		ESTACAMIENTO:	10
ABSCISAS	CUERDA	α	DEFLEXION
PC Dm 1617,76			
Dm 1620,00	2,238	0,358	0° 48' 05"
Dm 1630,00	12,238	0,358	4° 22' 56"
Dm 1640,00	22,238	0,358	7° 57' 48"
Cc Dm 1649,49	31,732	0,358	11° 21' 47"
Dm 1650,00	32,238	0,358	11° 32' 39"
Dm 1660,00	42,238	0,358	15° 07' 31"
Dm 1670,00	52,238	0,358	18° 42' 22"
Dm 1680,00	62,238	0,358	22° 17' 14"
PT Dm 1681,23	63,463	0,358	22° 43' 34"

Tabla n° 19: Cálculo de la curva circular N°13

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 14

DATOS CURVA	
Δ	71° 13' 25"
Δ	71,2238°
ABCSISA PI	Dm 1785,52
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 55 * \tan(71° 13' 25"/2)$	39,393 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \text{Sen}(71° 13' 25"/2)$	64,052 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \text{Cos}(71° 13' 25"/2)]$	10,286 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\text{Sec}(71° 13' 25"/2) - 1]$	12,652 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (71° 13' 25")/180°$	68,370 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 1785,52 - 039$	Dm 1746,13
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 1.746 + 068$	Dm 1814,50
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 1.746 + (1.814/2)$	Dm 1780,31
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 71° 13' 25" / (2 * 068)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ESTACAMIENTO:			10
ABSCISAS	CUERDA	α	DEFLEXION
PC Dm 1746,13			
Dm 1750,00	3,873	0,521	2° 01' 03"
Dm 1760,00	13,873	0,521	7° 13' 34"
Dm 1770,00	23,873	0,521	12° 26' 06"
Cc Dm 1780,31	34,185	0,521	17° 48' 21"
Dm 1790,00	23,873	0,521	12° 26' 06"
Dm 1800,00	33,873	0,521	17° 38' 37"
Dm 1810,00	43,873	0,521	22° 51' 08"
PT Dm 1814,50	48,370	0,521	25° 11' 40"

Tabla n° 20: Cálculo de la curva circular N°14

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 15

DATOS CURVA	
Δ	17° 16' 01"
Δ	17,2668°
ABCSISA PI	Dm 1881,11
RADIO (R)	90,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$		13,665 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 90 * \text{Sen}(17° 16' 01"/2)$	27,020 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 90 * [1 - \text{Cos}(17° 16' 01"/2)]$	1,020 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 90 * [\text{Sec}(17° 16' 01"/2) - 1]$	1,031 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 90 * (17° 16' 01")/180°$	27,123 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 1881,11 - 014$	Dm 1867,45
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 1.867 + 027$	Dm 1894,57
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 1.867 + (1.895/2)$	Dm 1881,01
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 17° 16' 01" / (2 * 027)$	0,318

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ESTACAMIENTO:			10
ABSCISAS	CUERDA	α	DEFLEXION
PC Dm 1867,45			
Dm 1870,00	2,555	0,318	0° 48' 48"
Dm 1880,00	12,555	0,318	3° 59' 47"
Cc Dm 1881,01	13,561	0,318	4° 19' 00"
Dm 1890,00	22,555	0,318	7° 10' 46"
PT Dm 1894,57	27,123	0,318	8° 38' 00"

Tabla n° 21: Cálculo de la curva circular N°15

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 16

DATOS CURVA	
Δ	40° 23' 37"
Δ	40,3935°
ABCSISA PI	Dm 2049,18
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 55 * \tan(40° 23' 37"/2)$	20,233 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \text{Sen}(40° 23' 37"/2)$	37,977 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \text{Cos}(40° 23' 37"/2)]$	3,382 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\text{Sec}(40° 23' 37"/2) - 1]$	3,603 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (40° 23' 37")/180°$	38,775 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 2049,18 - 020$	Dm 2028,95
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 2.029 + 039$	Dm 2067,72
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 2.029 + (2.068/2)$	Dm 2048,33
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 40° 23' 37" / (2 * 039)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
CUERDA	α	DEFLEXION	
PC Dm 2028,95			
Dm 2030,00	1,053	0,521	0° 32' 54"
Dm 2040,00	11,053	0,521	5° 45' 25"
Cc Dm 2048,33	19,388	0,521	10° 05' 54"
Dm 2050,00	21,053	0,521	10° 57' 56"
Dm 2060,00	31,053	0,521	16° 10' 28"
PT Dm 2067,72	38,775	0,521	20° 11' 48"

Tabla n° 22: Cálculo de la curva circular N°16

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 17

DATOS CURVA	
Δ	54° 33' 43"
Δ	54,5620°
ABCSISA PI	Dm 2147,78
RADIO (R)	65,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 65 * \tan(54° 33' 43"/2)$	33,522 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 65 * \text{Sen}(54° 33' 43"/2)$	59,586 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 65 * [1 - \text{Cos}(54° 33' 43"/2)]$	7,230 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 65 * [\text{Sec}(54° 33' 43"/2) - 1]$	8,135 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 65 * (54° 33' 43")/180°$	61,899 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 2147,78 - 034$	Dm 2114,26
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 2.114 + 062$	Dm 2176,16
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 2.114 + (2.176/2)$	Dm 2145,21
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 54° 33' 43" / (2 * 062)$	0,441

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
CUERDA	α	DEFLEXION	
PC Dm 2114,26			
Dm 2120,00	5,742	0,441	2° 31' 50"
Dm 2130,00	15,742	0,441	6° 56' 17"
Dm 2140,00	25,742	0,441	11° 20' 43"
Cc Dm 2145,21	30,949	0,441	13° 38' 26"
Dm 2150,00	35,742	0,441	15° 45' 10"
Dm 2160,00	45,742	0,441	20° 09' 36"
Dm 2170,00	55,742	0,441	24° 34' 03"
PT Dm 2176,16	61,899	0,441	27° 16' 52"

Tabla n° 23: Cálculo de la curva circular N°17

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 18

DATOS CURVA	
Δ	65° 46' 17"
Δ	65,7713°
ABCSISA PI	Dm 2239,92
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 55 * \tan(65^\circ 46' 17'')/2$	35,562 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \text{Sen}(65^\circ 46' 17'')/2$	59,726 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \text{Cos}(65^\circ 46' 17'')/2]$	8,813 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\text{Sec}(65^\circ 46' 17'')/2 - 1]$	10,495 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (65^\circ 46' 17'')/180^\circ$	63,136 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 2239,92 - 036$	Dm 2204,36
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 2.204 + 063$	Dm 2267,49
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 2.204 + (2.267/2)$	Dm 2235,93
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 65^\circ 46' 17'' / (2 * 063)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
		α	DEFLEXION
PC	Dm 2204,36		
	Dm 2210,00	0,521	2° 56' 19"
	Dm 2220,00	0,521	8° 08' 50"
Cc	Dm 2235,93	0,521	16° 26' 34"
	Dm 2230,00	0,521	13° 21' 21"
	Dm 2240,00	0,521	18° 33' 53"
	Dm 2250,00	0,521	23° 46' 24"
PT	Dm 2267,49	0,521	32° 53' 08"

Tabla n° 24: Cálculo de la curva circular N°18

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 19

DATOS CURVA	
Δ	14° 12' 39"
Δ	14,2108°
ABCSISA PI	Dm 2310,77
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$		6,856 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \text{Sen}(14^\circ 12' 39'')/2$	13,606 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \text{Cos}(14^\circ 12' 39'')/2]$	0,422 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\text{Sec}(14^\circ 12' 39'')/2 - 1]$	0,426 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (14^\circ 12' 39'')/180^\circ$	13,641 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 2310,77 - 007$	Dm 2303,91
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 2.304 + 014$	Dm 2317,56
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 2.304 + (2.318/2)$	Dm 2310,73
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 14^\circ 12' 39'' / (2 * 014)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
		α	DEFLEXION
PC	Dm 2303,91		
	Dm 2310,00	0,521	3° 10' 12"
Cc	Dm 2310,73	0,521	3° 33' 10"
PT	Dm 2317,56	0,521	7° 06' 19"

Tabla n° 25: Cálculo de la curva circular N°19

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 20

DATOS CURVA	
Δ	55° 29' 20"
Δ	55,4889°
ABCSISA PI	Dm 2378,31
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 55 * \tan(55° 29' 20" / 2)$	28,930 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \sin(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \sin(55° 29' 20" / 2)$	51,208 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \cos(55° 29' 20" / 2)]$	6,323 m
EXTERNAL	$E = R * [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\sec(55° 29' 20" / 2) - 1]$	7,145 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (55° 29' 20" / 180)$	53,266 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 2378,31 - 0,29$	Dm 2349,38
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 2.349 + 0,53$	Dm 2402,65
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 2.349 + (2.403/2)$	Dm 2376,01
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 55° 29' 20" / (2 * 0,53)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
		ESTACAMIENTO:	10
ABSCISAS	CUERDA	α	DEFLEXION
PC Dm 2349,38			
Dm 2350,00	0,620	0,521	0° 19' 23"
Dm 2360,00	10,620	0,521	5° 31' 54"
Dm 2370,00	20,620	0,521	10° 44' 26"
Cc Dm 2376,01	26,633	0,521	13° 52' 20"
Dm 2380,00	30,620	0,521	15° 56' 57"
Dm 2390,00	40,620	0,521	21° 09' 28"
Dm 2400,00	50,620	0,521	26° 22' 00"
PT Dm 2402,65	53,266	0,521	27° 44' 40"

Tabla nº 26: Cálculo de la curva circular N°20

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 21

DATOS CURVA	
Δ	78° 31' 57"
Δ	78,5325°
ABCSISA PI	Dm 2472,81
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 55 * \tan(78° 31' 57" / 2)$	44,963 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \sin(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \sin(78° 31' 57" / 2)$	69,622 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \cos(78° 31' 57" / 2)]$	12,418 m
EXTERNAL	$E = R * [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\sec(78° 31' 57" / 2) - 1]$	16,040 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (78° 31' 57" / 180)$	75,386 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 2472,81 - 0,45$	Dm 2427,85
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 2.428 + 0,75$	Dm 2503,23
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 2.428 + (2.503/2)$	Dm 2465,54
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 78° 31' 57" / (2 * 0,75)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
		ESTACAMIENTO:	10
ABSCISAS	CUERDA	α	DEFLEXION
PC Dm 2427,85			
Dm 2430,00	2,153	0,521	1° 07' 17"
Dm 2440,00	12,153	0,521	6° 19' 48"
Dm 2450,00	22,153	0,521	11° 32' 20"
Dm 2460,00	32,153	0,521	16° 44' 51"
Cc Dm 2465,54	37,693	0,521	19° 37' 59"
Dm 2470,00	42,153	0,521	21° 57' 22"
Dm 2480,00	52,153	0,521	27° 09' 54"
Dm 2490,00	62,153	0,521	32° 22' 25"
Dm 2500,00	72,153	0,521	37° 34' 56"
PT Dm 2503,23	75,386	0,521	39° 15' 58"

Tabla nº 27: Cálculo de la curva circular N°21

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 22

DATOS CURVA	
Δ	29° 52' 36"
Δ	29,8767°
ABCSISA PI	Dm 2553,74
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 55 * \tan(29° 52' 36" / 2)$	14,674 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \sin(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \sin(29° 52' 36" / 2)$	28,356 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \cos(29° 52' 36" / 2)]$	1,859 m
EXTERNAL	$E = R * [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\sec(29° 52' 36" / 2) - 1]$	1,924 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (29° 52' 36" / 180)$	28,680 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 2553,74 - 015$	Dm 2539,07
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 2.539 + 029$	Dm 2567,75
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 2.539 + (2.568/2)$	Dm 2553,41
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 29° 52' 36" / (2 * 029)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ESTACAMIENTO:			10
ABSCISAS	CUERDA	α	DEFLEXION
PC Dm 2539,07			
Dm 2540,00	0,934	0,521	0° 29' 11"
Dm 2550,00	10,934	0,521	5° 41' 42"
Cc Dm 2553,41	14,340	0,521	7° 28' 09"
Dm 2540,00	20,934	0,521	10° 54' 14"
Dm 2550,00	30,934	0,521	16° 06' 45"
Dm 2560,00	40,934	0,521	21° 19' 16"
PT Dm 2567,75	48,680	0,521	25° 21' 21"

Tabla n° 28: Cálculo de la curva circular N°22

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 23

DATOS CURVA	
Δ	61° 56' 12"
Δ	61,9368°
ABCSISA PI	Dm 2612,99
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 55 * \tan(61° 56' 12" / 2)$	33,006 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \sin(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \sin(61° 56' 12" / 2)$	56,602 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \cos(61° 56' 12" / 2)]$	7,840 m
EXTERNAL	$E = R * [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\sec(61° 56' 12" / 2) - 1]$	9,144 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (61° 56' 12" / 180)$	59,455 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 2612,99 - 033$	Dm 2579,98
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 2.580 + 059$	Dm 2639,44
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 2.580 + (2.639/2)$	Dm 2609,71
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 61° 56' 12" / (2 * 059)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ESTACAMIENTO:			10
ABSCISAS	CUERDA	α	DEFLEXION
PC Dm 2579,98			
Dm 2580,00	0,016	0,521	0° 00' 30"
Dm 2590,00	10,016	0,521	5° 13' 01"
Dm 2600,00	20,016	0,521	10° 25' 33"
Cc Dm 2609,71	29,728	0,521	15° 29' 03"
Dm 2610,00	30,016	0,521	15° 38' 04"
Dm 2620,00	40,016	0,521	20° 50' 35"
Dm 2630,00	50,016	0,521	26° 03' 07"
PT Dm 2639,44	59,455	0,521	30° 58' 06"

Tabla n° 29: Cálculo de la curva circular N°23

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 24

DATOS CURVA	
Δ	53° 45' 56"
Δ	53,7655°
ABCSISA PI	Dm 2669,96
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R \cdot \tan(\Delta/2)$	$T = 55 \times \tan(53^\circ 45' 56'')/2$	27,882 m
CUERDA (C)	$C = 2 \cdot R \cdot \sin(\Delta/2)$	$C = 2 \cdot 55 \cdot \sin(53^\circ 45' 56'')/2$	49,738 m
FLECHA (F)	$F = R \cdot [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 55 \cdot [1 - \cos(53^\circ 45' 56'')/2]$	5,944 m
EXTERNAL	$E = R \cdot [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 \cdot [\sec(53^\circ 45' 56'')/2 - 1]$	6,664 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi \cdot R \cdot \Delta / 180$	$Lc = \pi \cdot 55 \cdot (53^\circ 45' 56'')/180^\circ$	51,611 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 2669,96 - 028$	Dm 2642,08
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 2.642 + 052$	Dm 2693,69
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 2.642 + (2.694/2)$	Dm 2667,88
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 53^\circ 45' 56'' / (2 \cdot 052)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
PC	CUERDA	α	DEFLEXION
Dm 2642,08			
Dm 2650,00	7,922	0,521	4° 07' 35"
Dm 2660,00	17,922	0,521	9° 20' 07"
Cc Dm 2667,88	25,806	0,521	13° 26' 29"
Dm 2670,00	27,922	0,521	14° 32' 38"
Dm 2680,00	37,922	0,521	19° 45' 09"
Dm 2690,00	47,922	0,521	24° 57' 41"
PT Dm 2693,69	51,611	0,521	26° 52' 58"

Tabla n° 30: Cálculo de la curva circular N°24

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 25

DATOS CURVA	
Δ	46° 43' 25"
Δ	46,7236°
ABCSISA PI	Dm 2816,69
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R \cdot \tan(\Delta/2)$	$T = 55 \times \tan(46^\circ 43' 25'')/2$	23,757 m
CUERDA (C)	$C = 2 \cdot R \cdot \sin(\Delta/2)$	$C = 2 \cdot 55 \cdot \sin(46^\circ 43' 25'')/2$	43,619 m
FLECHA (F)	$F = R \cdot [1 - \cos(\Delta/2)]$	$F = 55 \cdot [1 - \cos(46^\circ 43' 25'')/2]$	4,509 m
EXTERNAL	$E = R \cdot [\sec(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 \cdot [\sec(46^\circ 43' 25'')/2 - 1]$	4,912 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi \cdot R \cdot \Delta / 180$	$Lc = \pi \cdot 55 \cdot (46^\circ 43' 25'')/180^\circ$	44,851 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 2816,69 - 024$	Dm 2792,93
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 2.793 + 045$	Dm 2837,78
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 2.793 + (2.838/2)$	Dm 2815,36
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 46^\circ 43' 25'' / (2 \cdot 045)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
PC	CUERDA	α	DEFLEXION
Dm 2792,93			
Dm 2800,00	7,067	0,521	3° 40' 52"
Dm 2810,00	17,067	0,521	8° 53' 23"
Cc Dm 2815,36	22,426	0,521	11° 40' 51"
Dm 2820,00	27,067	0,521	14° 05' 55"
Dm 2830,00	37,067	0,521	19° 18' 26"
PT Dm 2837,78	44,851	0,521	23° 21' 43"

Tabla n° 31: Cálculo de la curva circular N°25

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 26

DATOS CURVA	
Δ	60° 26' 30"
Δ	60,4416°
ABSCISA PI	Dm 2899,90
RADIO (R)	55,00 m

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
TANGENTE (T)	$T = R * \tan(\Delta/2)$	$T = 55 * \tan(60° 26' 30'')/2$	32,037 m
CUERDA (C)	$C = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)$	$C = 2 * 55 * \text{Sen}(60° 26' 30'')/2$	55,367 m
FLECHA (F)	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$	$F = 55 * [1 - \text{Cos}(60° 26' 30'')/2]$	7,475 m
EXTERNAL	$E = R * [\text{Sec}(\Delta/2) - 1]$	$E = 55 * [\text{Sec}(60° 26' 30'')/2 - 1]$	8,651 m
LONGITUD DE LA CUERDA (Lc)	$Lc = \pi * R * \Delta / 180$	$Lc = \pi * 55 * (60° 26' 30'')/180°$	58,020 m
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (PC)	$PC = PI - ST$	$PC = 2899,9 - 032$	Dm 2867,86
PUNTO DE FIN DE LA CURVA (PT)	$PT = PC + Lc$	$PT = 2.868 + 058$	Dm 2925,88
CENTRO DE LA CURVA (Cc)	$Cc = Pc + (Lc/2)$	$Cc = 2.868 + (2.926/2)$	Dm 2896,87
DEFLEXION POR METRO (α)	$\alpha = \Delta / 2Lc$	$C = 60° 26' 30'' / (2 * 058)$	0,521

TABLA DE REPLANTEO DE LA CURVA			
ABSCISAS		ESTACAMIENTO:	10
		α	DEFLEXION
PC	Dm 2867,86		
	Dm 2870,00	2,137	0,521
	Dm 2880,00	12,137	0,521
	Dm 2890,00	22,137	0,521
Cc	Dm 2896,87	29,010	0,521
	Dm 2900,00	22,137	0,521
	Dm 2910,00	32,137	0,521
	Dm 2920,00	42,137	0,521
PT	Dm 2925,88	48,020	0,521

Tabla n° 32: Cálculo de la curva circular N°26

Elaborado por: Los Autores

2.2.2.5 Tangentes intermedias mínimas entre curvas circulares.

El objetivo principal para cualquier diseño vial es brindar seguridad y confortabilidad para los usuarios de cualquier tipo de vía. La unión entre dos curvas consecutivas se lo hace a través de la tangente intermedia mínima con lo cual se permite la transición hacia el peralte en las dos curvas.

Para determinar la tangente intermedia mínima (TIM), se recurrió a las normas ya derogadas del diseño geométrico del MTOP, por no tener a detalle el cálculo de este parámetro en las normas NEVI-12.

$$TIM = \frac{4}{3} \times L + 2 \times x$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

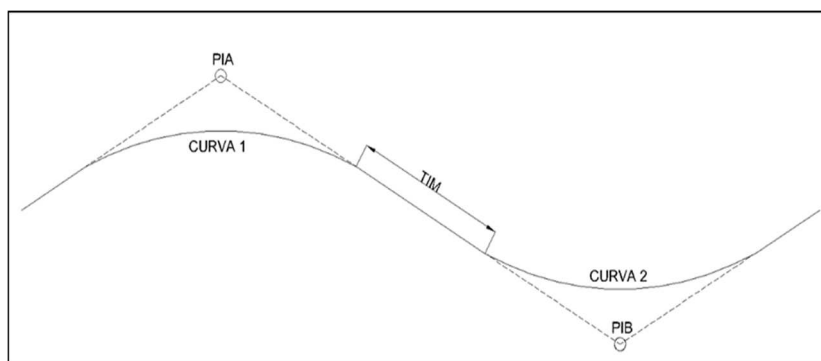


Ilustración nº 13: Figura de la tangente intermedia mínima

Elaborado por: Los Autores

Los valores de L y x se obtienen de la siguiente tabla:

Velocidad de Diseño (Km/h)	X (m)		L (m)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Hasta 69	10	10	22	35
60 - 79	10	13	34	44
80 - 100	16	16	45	50

Tabla nº 33: Valores de L y x para el cálculo de la tangente intermedia mínima.

Fuente: Normas Geométricas de Diseño MTOP

Reemplazando los valores mínimos de L y x tenemos:

$$TIM = \frac{4}{3} \times 22 + 2 \times 10 = 49.333 \text{ m}$$

2.2.3 Alineamiento vertical

En el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes. Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas



curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

2.2.3.1 Curvas Verticales

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1% para carreteras pavimentadas. Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso. **(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)**

En la Figura se presenta un esquema de tipos de curvas verticales con sus elementos.

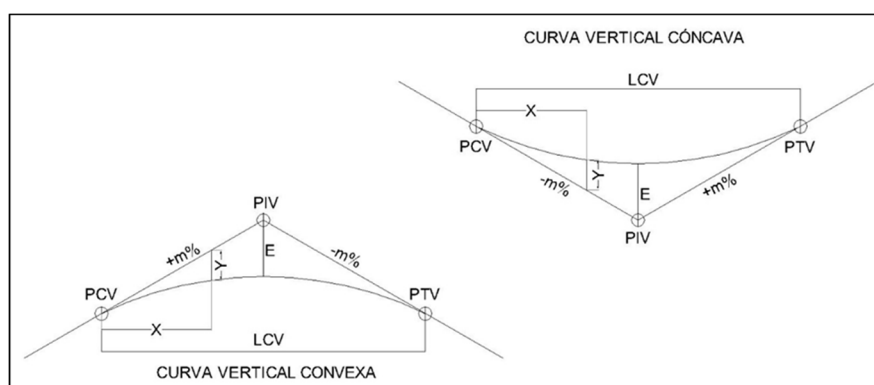


Ilustración nº 14: Figura de tipos de curvas verticales

Elaborado por: Los Autores

Donde:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- Una curva vertical CÓNCAVA es, cuando dados dos puntos que los une quedan por debajo de la curva.
- Una curva CONVEXA es, cuando dados dos puntos que los une quedan por encima de la curva.

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el Índice de Curvatura K. La longitud de la curva vertical será igual al Índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

$$LCV = K \times A$$

Los valores de los índices K se muestran en las siguientes tablas, para curvas convexas y para curvas cóncavas.

Velocidad (km/h)	Longitud controlada por visibilidad de frenado		Longitud controlada por visibilidad de adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Indice de curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	Indice 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
El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica				

Tabla nº 34: Índice K para el cálculo de la longitud de curva Convexa

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 144)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Velocidad (Km/h)	Distacia de visibilidad de frenado (m)	indice 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
El índice de curvaturas es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K=L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica		

Tabla nº 35: Índice K para el cálculo de la longitud de curva Cóncava

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 144)

2.2.4 Pendientes Máximas

En los tramos en corte se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Orografia		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	6	6
	100	6	5	5	5
	110	5	5	5	5

Tabla nº 36: Pendientes Máximas

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 145)



2.2.4.1 Cálculos de curvas Verticales

A continuación, se presenta la justificación de los cálculos realizados para el diseño vertical y el cálculo a detalle de la primera curva vertical con todos sus elementos. Si la diferencia algebraica entre pendientes es menor a 1% no se considera el diseño de curvas verticales, ya que el cambio es intrascendente que se corrige durante la construcción.

Datos de la Curva Vertical N°1

Tipo = Convexa

M1= 0,400%

M2= -5,400%

Abscisa PIV= Dm 074,87

Cota PIV= 70

LCV = 70

LCV/2= 35

Con los siguientes datos procedemos a calcular los parámetros de la curva vertical:

a) Abscisa PCV.

$$PCV = PIV - \left(\frac{LCV}{2}\right)$$

$$PCV = Dm 74,87 - 35 = Dm 039,87$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

b) Abscisa PTV.

$$PTV = PIV + \left(\frac{LCV}{2}\right)$$

$$PTV = Dm 74,87 + 35 = Dm 109,87$$

c) Cota PCV.

$$CPCV = \left(m1 * \frac{LCV}{2}\right) - CPIV$$

$$CPCV = (0,004 * 35) - 457,66 = 457,520$$

d) Cota PTV.

$$CPTV = \left(m2 * \frac{LCV}{2}\right) + CPIV$$

$$CPCV = (-0,054 * 35) - 457,66 = 455,770$$

e) Diferencia de pendientes.

$$A = m1 - m2$$

$$A = [(0,004) - (-0,054)] = 0,058$$

f) External.

$$E = A\left(\frac{LCV}{8} * 100\right)$$

$$E = 0,058 * \left(\frac{70}{2} * 100\right) = 74,363 \text{ mt}$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Se procede a replantear la curva de la siguiente manera:

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 039,87	0,400%	0	0,000	457,520	457,520
Dm 049,87		10	0,041	457,560	457,519
Dm 059,87		20	0,166	457,600	457,434
Dm 069,87		30	0,373	457,640	457,267
PIV Dm 074,87	-5,400%	35	0,508	457,660	457,153
Dm 079,87		30	0,373	457,390	457,017
Dm 089,87		20	0,166	456,850	456,684
Dm 099,87		10	0,041	456,310	456,269
PTV Dm 109,87		0	0,000	455,770	455,770

Tabla nº 37: Cálculo de cotas de la curva vertical N°1

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 2

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Còncava
m1	-5,400%
m2	0,600%
ABSCISA PIV	Dm 201,46
COTA PIV	450,85 m
LCV	90
LCV/2	45

Gráfico de cotas de subrasante de la curva vertical N°2. El gráfico muestra una parábola invertida que representa la subrasante. Las cotas de rasante (Dm) y las cotas de subrasante (Cota) están indicadas en los puntos de la curva. Las cotas de rasante son: Dm 156,46, Dm 166,46, Dm 176,46, Dm 186,46, Dm 196,46, Dm 201,46, Dm 206,46, Dm 216,46, Dm 226,46, Dm 236,46, Dm 246,46. Las cotas de subrasante son: 453,280, 452,707, 452,067, 452,980, 452,747, 450,980, 450,587, 451,027, 451,120. Las cotas de rasante en los extremos son: 453,280 y 451,120. Las cotas de subrasante en los extremos son: 453,280 y 451,120. Las cotas de rasante en los puntos de la curva son: 453,280, 452,707, 452,067, 452,980, 452,747, 450,980, 450,587, 451,027, 451,120. Las cotas de subrasante en los puntos de la curva son: 453,280, 452,707, 452,067, 452,980, 452,747, 450,980, 450,587, 451,027, 451,120.

ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 201,46 - 45$	Dm 156,46
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV / 2$	$PTV = 201,46 + 45$	Dm 246,46
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = -0,054 * 45 - 450,85$	453,280
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = 0,006 * 45 + 450,85$	451,120
A	$A = m1 - m2 $	$A = (-0,054) - (0,006) $	0,060
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,06 * 90 / 8 * 100$	0,675
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA						
ABCSISAS		PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV	Dm 156,46	-5,400%	0	0,000	453,280	453,280
	Dm 166,46		10	0,033	452,740	452,773
	Dm 176,46		20	0,133	452,200	452,333
	Dm 186,46		30	0,300	453,280	453,580
	Dm 196,46		40	0,533	453,280	453,813
PIV	Dm 201,46	0,600%	45	0,675	450,850	451,525
	Dm 206,46		40	0,533	451,120	451,653
	Dm 216,46		30	0,300	451,120	451,420
	Dm 226,46		20	0,133	451,000	451,133
	Dm 236,46		10	0,033	451,060	451,093
PTV	Dm 246,46		0	0,000	451,120	451,120

Tabla nº 38: Cálculo de la curva vertical N°2

Elaborado por: Los Autores



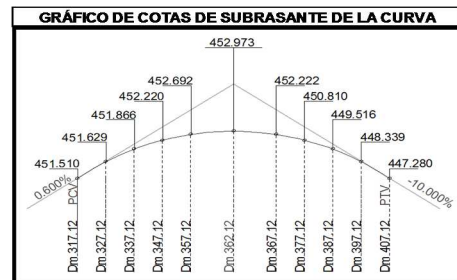
DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 3

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Convexa
m1	0,600%
m2	-10,000%
ABSCISA PIV	Dm 362,12
COTA PIV	451,78 m
LCV	90
LCV/2	45



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 362,12 - 45$	Dm 317,12
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV / 2$	$PTV = 362,12 + 45$	Dm 407,12
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = 0,006 * 45 - 451,78$	451,510
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = -0,1 * 45 + 451,78$	447,280
A	$A = m1 - m2 $	$A = (0,006) - (-0,1) $	0,106
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,106 * 90 / 8 * 100$	1,193
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

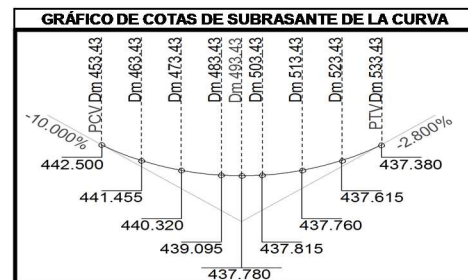
CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 317,12		0	0,000	451,510	451,510
Dm 327,12	0,600%	10	0,059	451,570	451,511
Dm 337,12	0,600%	20	0,236	451,630	451,394
Dm 347,12	0,600%	30	0,530	451,690	451,160
Dm 357,12	0,600%	40	0,942	451,750	450,808
PIV Dm 362,12		45	1,193	451,780	450,588
Dm 367,12	-10,000%	40	0,942	451,280	450,338
Dm 377,12	-10,000%	30	0,530	450,280	449,750
Dm 387,12	-10,000%	20	0,236	449,280	449,044
Dm 397,12	-10,000%	10	0,059	448,280	448,221
PTV Dm 407,12		0	0,000	447,280	447,280

Tabla nº 39: Cálculo de la curva vertical N°3

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 4

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Cóncava
m1	-10,000%
m2	-2,800%
ABSCISA PIV	Dm 493,43
COTA PIV	438,50 m
LCV	80
LCV/2	40



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 493,43 - 40$	Dm 453,43
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV / 2$	$PTV = 493,43 + 40$	Dm 533,43
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = -0,1 * 40 - 438,5$	442,500
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = -0,028 * 40 + 438,5$	437,380
A	$A = m1 - m2 $	$A = (-0,1) - (-0,028) $	0,072
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,072 * 80 / 8 * 100$	0,720
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 453,43		0	0,000	442,500	442,500
Dm 463,43	-10,000%	10	0,045	441,500	441,545
Dm 473,43	-10,000%	20	0,180	440,500	440,680
Dm 483,43	-10,000%	30	0,405	439,500	439,905
PIV Dm 493,43		40	0,720	438,500	439,220
Dm 503,43	-2,800%	30	0,405	438,220	438,625
Dm 513,43	-2,800%	20	0,180	437,940	438,120
Dm 523,43	-2,800%	10	0,045	437,660	437,705
PTV Dm 533,43		0	0,000	437,380	437,380

Tabla nº 40: Cálculo de la curva vertical N°4

Elaborado por: Los Autores



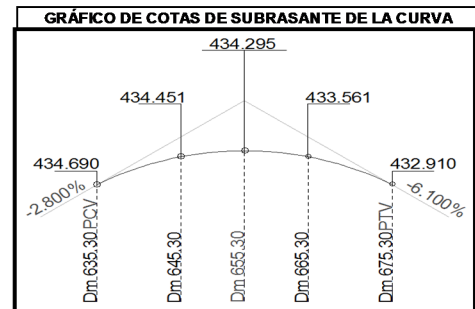
DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 5

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Convexa
m1	-2,800%
m2	-6,100%
ABSCISA PIV	Dm 655,30
COTA PIV	434,13 m
LCV	40
LCV/2	20



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 655,3 - 20$	Dm 635,30
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV/2$	$PTV = 655,3 + 20$	Dm 675,30
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = -0,028 * 20 - 434,13$	434,690
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = -0,061 * 20 + 434,13$	432,910
A	$A = m1 - m2 $	$A = (-0,028) - (-0,061) $	0,033
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,033 * 40 / 8 * 100$	0,165
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

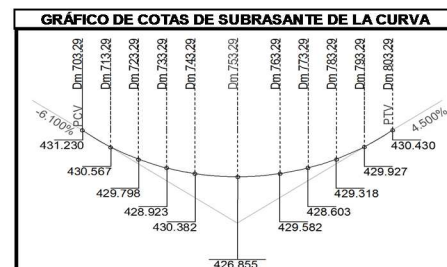
CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 635,30		0	0,000	434,690	434,690
Dm 645,30	-2,800%	10	0,041	434,410	434,369
PIV Dm 655,30		20	0,165	434,130	433,965
Dm 665,30	-6,100%	10	0,041	433,520	433,479
PTV Dm 675,30		0	0,000	432,910	432,910

Tabla n° 41: Cálculo de la curva vertical N°5

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 6

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Concava
m1	-6,100%
m2	4,500%
ABSCISA PIV	Dm 753,29
COTA PIV	428,18 m
LCV	100
LCV/2	50



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 753,29 - 50$	Dm 703,29
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV/2$	$PTV = 753,29 + 50$	Dm 803,29
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = -0,061 * 50 - 428,18$	431,230
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = 0,045 * 50 + 428,18$	430,430
A	$A = m1 - m2 $	$A = (-0,061) - (0,045) $	0,106
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,106 * 100 / 8 * 100$	1,325
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 703,29		0	0,000	431,230	431,230
Dm 713,29	-6,100%	10	0,053	430,620	430,673
Dm 723,29		20	0,212	430,010	430,222
Dm 733,29	-6,100%	30	0,477	429,400	429,877
Dm 743,29		40	0,848	431,230	432,078
PIV Dm 753,29		50	1,325	428,180	429,505
Dm 763,29		40	0,848	430,430	431,278
Dm 773,29	4,500%	30	0,477	429,080	429,557
Dm 783,29		20	0,212	429,530	429,742
Dm 793,29	4,500%	10	0,053	429,980	430,033
PTV Dm 803,29		0	0,000	430,430	430,430

Tabla n° 42: Cálculo de la curva vertical N°6

Elaborado por: Los Autores



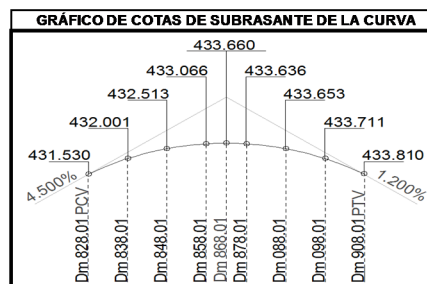
DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 7

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Convexa
m1	4,500%
m2	1,200%
ABSCISA PIV	Dm 868,01
COTA PIV	433,33 m
LCV	80
LCV/2	40



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 868,01 - 40$	Dm 828,01
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV/2$	$PTV = 868,01 + 40$	Dm 908,01
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = 0,045 * 40 - 433,33$	431,530
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = 0,012 * 40 + 433,33$	433,810
A	$A = m1 - m2 $	$A = (0,045) - (0,012) $	0,033
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,033 * 80 / 8 * 100$	0,330
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

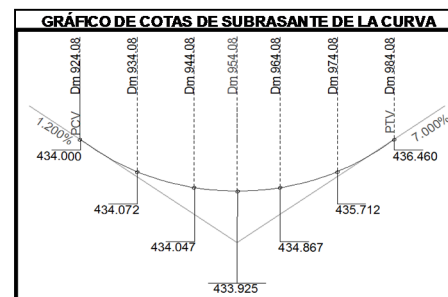
CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 828,01		0	0,000	431,530	431,530
Dm 838,01	4,500%	10	0,021	431,980	431,959
Dm 848,01	4,500%	20	0,083	432,430	432,348
Dm 858,01	4,500%	30	0,186	432,880	432,694
PIV Dm 868,01		40	0,330	433,330	433,000
Dm 878,01	1,200%	30	0,186	433,450	433,264
Dm 888,01	1,200%	20	0,083	433,570	433,488
Dm 898,01	1,200%	10	0,021	433,690	433,669
PTV Dm 908,01		0	0,000	433,810	433,810

Tabla n° 43: Cálculo de la curva vertical N°7

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 8

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Cóncava
m1	1,200%
m2	7,000%
ABSCISA PIV	Dm 954,08
COTA PIV	434,36 m
LCV	60
LCV/2	30



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 954,08 - 30$	Dm 924,08
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV/2$	$PTV = 954,08 + 30$	Dm 984,08
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = 0,012 * 30 - 434,36$	434,000
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = 0,07 * 30 + 434,36$	436,460
A	$A = m1 - m2 $	$A = (0,012) - (0,07) $	0,058
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,058 * 60 / 8 * 100$	0,435
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 924,08		0	0,000	434,000	434,000
Dm 934,08	1,200%	10	0,048	434,120	434,168
Dm 944,08	1,200%	20	0,193	434,240	434,433
PIV Dm 954,08		30	0,435	434,360	434,795
Dm 964,08	7,000%	20	0,193	435,060	435,253
Dm 974,08	7,000%	10	0,048	435,760	435,808
PTV Dm 984,08		0	0,000	436,460	436,460

Tabla n° 44: Cálculo de la curva vertical N°8

Elaborado por: Los Autores



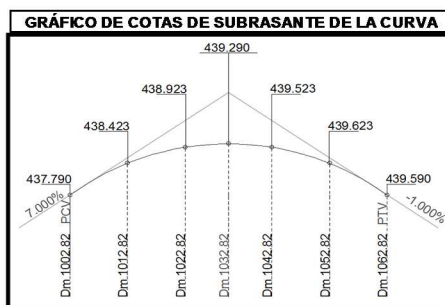
DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 9

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Convexa
m1	7,000%
m2	-1,000%
ABSCISA PIV	Dm 1032,82
COTA PIV	439,89 m
LCV	60
LCV/2	30



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 1032,82 - 30$	Dm 1002,82
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV/2$	$PTV = 1032,82 + 30$	Dm 1062,82
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = 0,07 * 30 - 439,89$	437,790
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = -0,01 * 30 + 439,89$	439,590
A	$A = m1 - m2 $	$A = 0,07 - (-0,01) $	0,080
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,08 * 60 / 8 * 100$	0,600
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

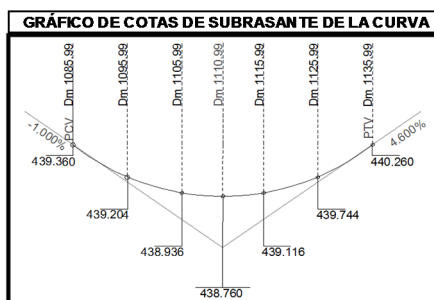
CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 1002,82		0	0,000	437,790	437,790
Dm 1012,82	7,000%	10	0,067	438,490	438,423
Dm 1022,82	7,000%	20	0,267	439,190	438,923
PIV Dm 1032,82		30	0,600	439,890	439,290
Dm 1042,82	-1,000%	20	0,267	439,790	439,523
Dm 1052,82	-1,000%	10	0,067	439,690	439,623
PTV Dm 1062,82		0	0,000	439,590	439,590

Tabla nº 45: Cálculo de la curva vertical N°9

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 10

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Cóncava
m1	-1,000%
m2	4,600%
ABSCISA PIV	Dm 1110,99
COTA PIV	439,11 m
LCV	50
LCV/2	25



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 1110,99 - 25$	Dm 1085,99
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV/2$	$PTV = 1110,99 + 25$	Dm 1135,99
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = -0,01 * 25 - 439,11$	439,360
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = 0,046 * 25 + 439,11$	440,260
A	$A = m1 - m2 $	$A = -0,01 - (-0,046) $	0,056
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,056 * 50 / 8 * 100$	0,350
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 1085,99		0	0,000	439,360	439,360
Dm 1095,99	-1,000%	10	0,056	439,260	439,316
Dm 1105,99	-1,000%	20	0,224	439,160	439,384
PIV Dm 1110,99		25	0,350	439,110	439,460
Dm 1115,99	4,600%	20	0,224	439,340	439,564
Dm 1125,99	4,600%	10	0,056	439,800	439,856
PTV Dm 1135,99		0	0,000	440,260	440,260

Tabla nº 46: Cálculo de la curva vertical N°10

Elaborado por: Los Autores



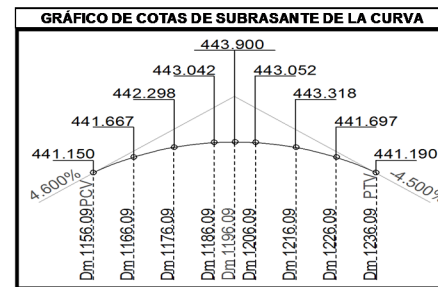
DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 11

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Convexa
m1	4,600%
m2	-4,500%
ABSCISA PIV	Dm 1196,09
COTA PIV	442,99 m
LCV	80
LCV/2	40



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 1196,09 - 40$	Dm 1156,09
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV / 2$	$PTV = 1196,09 + 40$	Dm 1236,09
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = 0,046 * 40 - 442,99$	441,150
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = -0,045 * 40 + 442,99$	441,190
A	$A = m1 - m2 $	$A = 0,046 - (-0,045) $	0,091
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,091 * 80 / 8 * 100$	0,910
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

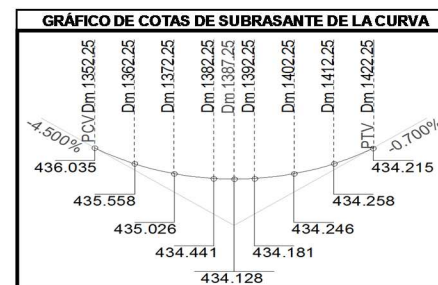
CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 1156,09		0	0,000	441,150	441,150
Dm 1166,09	4,600%	10	0,057	441,610	441,553
Dm 1176,09	4,600%	20	0,228	442,070	441,843
Dm 1186,09	4,600%	30	0,512	442,530	442,018
PIV Dm 1196,09		40	0,910	442,990	442,080
Dm 1206,09	-4,500%	30	0,512	442,540	442,028
Dm 1216,09	-4,500%	20	0,228	442,090	441,863
Dm 1226,09	-4,500%	10	0,057	441,640	441,583
PTV Dm 1236,09		0	0,000	441,190	441,190

Tabla n° 47: Cálculo de la curva vertical N°11

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 12

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Cóncava
m1	-4,500%
m2	-0,700%
ABSCISA PIV	Dm 1387,25
COTA PIV	434,46 m
LCV	70
LCV/2	35



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 1387,25 - 35$	Dm 1352,25
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV / 2$	$PTV = 1387,25 + 35$	Dm 1422,25
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = -0,045 * 35 + 434,46$	436,035
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = -0,007 * 35 + 434,46$	434,215
A	$A = m1 - m2 $	$A = -0,045 - (-0,007) $	0,038
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,038 * 70 / 8 * 100$	0,333
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 1352,25		0	0,000	436,035	436,035
Dm 1362,25	-4,500%	10	0,027	435,585	435,612
Dm 1372,25	-4,500%	20	0,109	435,135	435,244
Dm 1382,25	-4,500%	30	0,244	434,685	434,929
PIV Dm 1387,25		35	0,333	434,460	434,793
Dm 1392,25	-0,700%	30	0,244	434,425	434,669
Dm 1402,25	-0,700%	20	0,109	434,355	434,464
Dm 1412,25	-0,700%	10	0,027	434,285	434,312
PTV Dm 1422,25		0	0,000	434,215	434,215

Tabla n° 48: Cálculo de la curva vertical N°12

Elaborado por: Los Autores



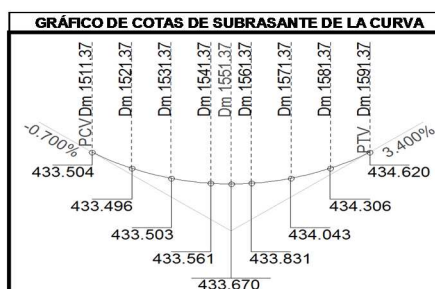
DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 13

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Cóncava
m1	-0,700%
m2	3,400%
ABSCISA PIV	Dm 1551,37
COTA PIV	433,26 m
LCV	80
LCV/2	40



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 1551,37 - 40$	Dm 1511,37
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV / 2$	$PTV = 1551,37 + 40$	Dm 1591,37
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPM$	$CPCV = -0,007 * 40 + 433,26$	433,540
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPM$	$CPTV = 0,034 * 40 + 433,26$	434,620
A	$A = m1 - m2 $	$A = -0,007 - (-0,034) $	0,041
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,041 * 80 / 8 * 100$	0,410
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

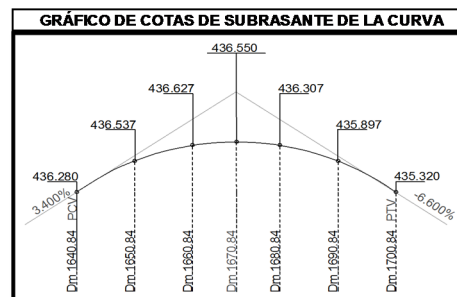
CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 1511,37		0	0,000	433,540	433,540
Dm 1521,37	-0,700%	10	0,026	433,470	433,496
Dm 1531,37	-0,700%	20	0,103	433,400	433,503
Dm 1541,37	-0,700%	30	0,231	433,330	433,561
PIV Dm 1551,37		40	0,410	433,260	433,670
Dm 1561,37	3,400%	30	0,231	433,600	433,831
Dm 1571,37	3,400%	20	0,103	433,940	434,043
Dm 1581,37	3,400%	10	0,026	434,280	434,306
PTV Dm 1591,37		0	0,000	434,620	434,620

Tabla n° 49: Cálculo de la curva vertical N°13

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 14

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Convexa
m1	3,400%
m2	-6,600%
ABSCISA PIV	Dm 1670,84
COTA PIV	437,30 m
LCV	60
LCV/2	30



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 1670,84 - 30$	Dm 1640,84
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV / 2$	$PTV = 1670,84 + 30$	Dm 1700,84
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPM$	$CPCV = 0,034 * 30 + 437,3$	436,280
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPM$	$CPTV = -0,066 * 30 + 437,3$	435,320
A	$A = m1 - m2 $	$A = 0,034 - (-0,066) $	0,100
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,1 * 60 / 8 * 100$	0,750
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 1640,84		0	0,000	436,280	436,280
Dm 1650,84	3,400%	10	0,083	436,620	436,537
Dm 1660,84	3,400%	20	0,333	436,960	436,627
PIV Dm 1670,84		30	0,750	437,300	436,550
Dm 1680,84	-6,600%	20	0,333	436,640	436,307
Dm 1690,84	-6,600%	10	0,083	435,980	435,897
PTV Dm 1700,84		0	0,000	435,320	435,320

Tabla n° 50: Cálculo de la curva vertical N°14

Elaborado por: Los Autores



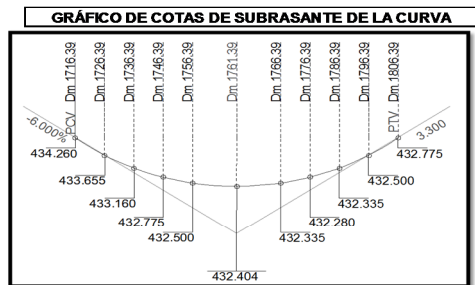
DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 15

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Cóncava
m1	-6,600%
m2	3,300%
ABSCISA PIV	Dm 1761,39
COTA PIV	431,29 m
LCV	90
LCV/2	45



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 1761,39 - 45$	Dm 1716,39
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV / 2$	$PTV = 1761,39 + 45$	Dm 1806,39
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPIV$	$CPCV = -0,066 * 45 - 431,29$	434,260
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPIV$	$CPTV = 0,033 * 45 + 431,29$	432,775
A	$A = m1 - m2 $	$A = -0,066 - (0,033) $	0,099
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,099 * 90 / 8 * 100$	1,114
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

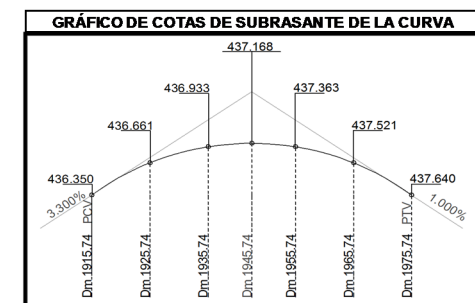
CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 1716,39	-6,600%	0	0,000	434,260	434,260
Dm 1726,39		10	0,055	433,600	433,655
Dm 1736,39		20	0,220	432,940	433,160
Dm 1746,39		30	0,495	432,280	432,775
Dm 1756,39		40	0,880	431,620	432,500
PIV Dm 1761,39	3,300%	45	1,114	431,290	432,404
Dm 1766,39		40	0,880	431,455	432,335
Dm 1776,39		30	0,495	431,785	432,280
Dm 1786,39		20	0,220	432,115	432,335
Dm 1796,39		10	0,055	432,445	432,500
PTV Dm 1806,39		0	0,000	432,775	432,775

Tabla nº 51: Cálculo de la curva vertical N°15

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 16

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Convexa
m1	3,300%
m2	1,000%
ABSCISA PIV	Dm 1945,74
COTA PIV	437,34 m
LCV	60
LCV/2	30



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 1945,74 - 30$	Dm 1915,74
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV / 2$	$PTV = 1945,74 + 30$	Dm 1975,74
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPIV$	$CPCV = 0,033 * 30 - 437,34$	436,350
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPIV$	$CPTV = 0,01 * 30 + 437,34$	437,640
A	$A = m1 - m2 $	$A = 0,033 - (0,01) $	0,023
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,023 * 60 / 8 * 100$	0,173
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 1915,74	3,300%	0	0,000	436,350	436,350
Dm 1925,74		10	0,019	436,680	436,661
Dm 1935,74		20	0,077	437,010	436,933
PIV Dm 1945,74	1,000%	30	0,173	437,340	437,168
Dm 1955,74		20	0,077	437,440	437,363
Dm 1965,74		10	0,019	437,540	437,521
PTV Dm 1975,74	1,000%	0	0,000	437,640	437,640

Tabla nº 52: Cálculo de la curva vertical N°16

Elaborado por: Los Autores



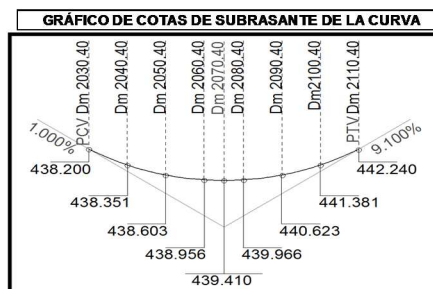
DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 17

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Cóncava
m1	1,000%
m2	9,100%
ABSCISA PIV	Dm 2070,40
COTA PIV	438,60 m
LCV	80
LCV/2	40



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 2070,4 - 40$	Dm 2030,40
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV/2$	$PTV = 2070,4 + 40$	Dm 2110,40
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPM$	$CPCV = 0,01 * 40 - 438,6$	438,200
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPM$	$CPTV = 0,091 * 40 + 438,6$	442,240
A	$A = m1 - m2 $	$A = 0,01 - (0,091) $	0,081
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,081 * 80 / 8 * 100$	0,810
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

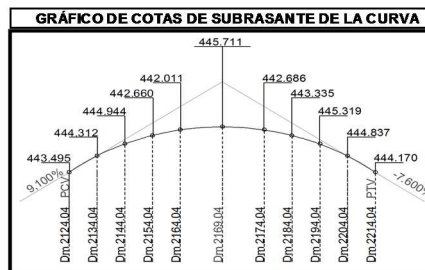
CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 2030,40		0	0,000	438,200	438,200
Dm 2040,40	1,000%	10	0,051	438,300	438,351
Dm 2050,40	1,000%	20	0,203	438,400	438,603
Dm 2060,40	1,000%	30	0,456	438,500	438,956
PIV Dm 2070,40		40	0,810	438,600	439,410
Dm 2080,40	9,100%	30	0,456	439,510	439,966
Dm 2090,40	9,100%	20	0,203	440,420	440,623
Dm 2100,40	9,100%	10	0,051	441,330	441,381
PTV Dm 2110,40		0	0,000	442,240	442,240

Tabla n° 53: Cálculo de la curva vertical N°17

Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 18

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Convexa
m1	9,100%
m2	-7,600%
ABSCISA PIV	Dm 2169,04
COTA PIV	447,59 m
LCV	90
LCV/2	45



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 2169,04 - 45$	Dm 2124,04
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV/2$	$PTV = 2169,04 + 45$	Dm 2214,04
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPM$	$CPCV = 0,091 * 45 - 447,59$	443,495
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPM$	$CPTV = -0,076 * 45 + 447,59$	444,170
A	$A = m1 - m2 $	$A = 0,091 - (-0,076) $	0,167
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,167 * 90 / 8 * 100$	1,879
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 2124,04		0	0,000	443,495	443,495
Dm 2134,04	9,100%	10	0,093	444,405	444,312
Dm 2144,04	9,100%	20	0,371	445,315	444,944
Dm 2154,04	9,100%	30	0,835	446,190	445,315
Dm 2164,04	9,100%	40	1,484	446,930	445,590
PIV Dm 2169,04		45	1,879	447,590	445,711
Dm 2174,04		40	1,484	446,930	445,686
Dm 2184,04		30	0,835	446,190	445,335
Dm 2194,04	-7,600%	20	0,371	445,315	444,837
Dm 2204,04	-7,600%	10	0,093	444,405	444,170
PTV Dm 2214,04		0	0,000	444,170	444,170

Tabla n° 54: Cálculo de la curva vertical N°18

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

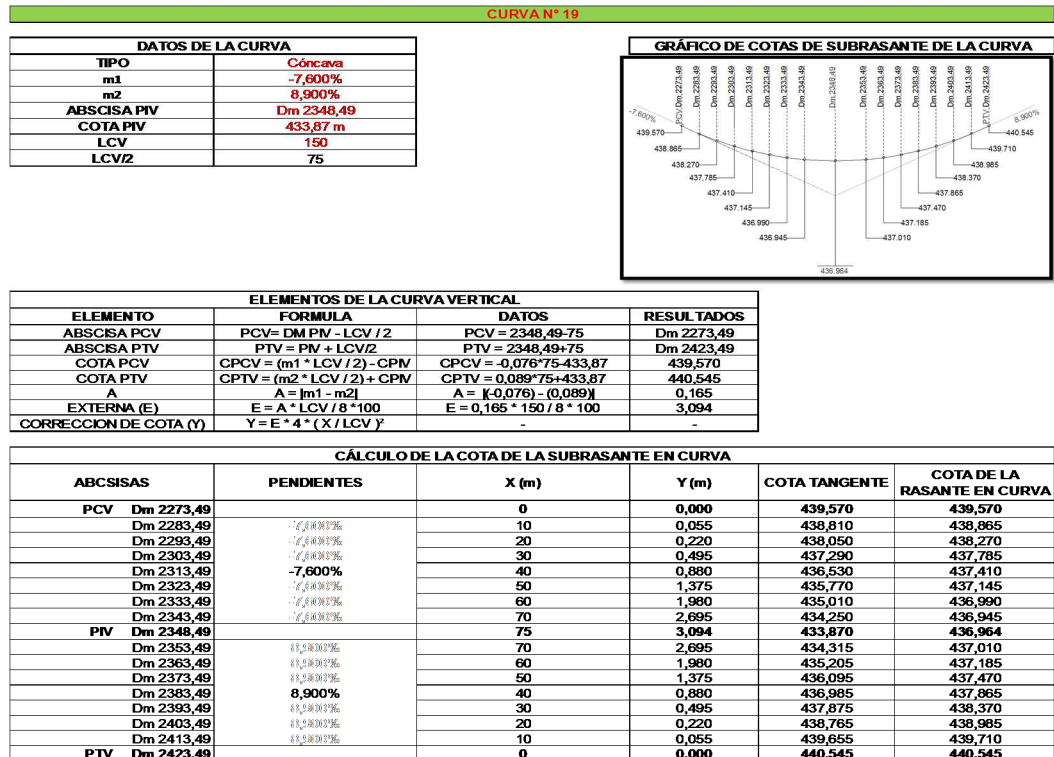


Tabla nº 55: Cálculo de la curva vertical N°19

Elaborado por: Los Autores

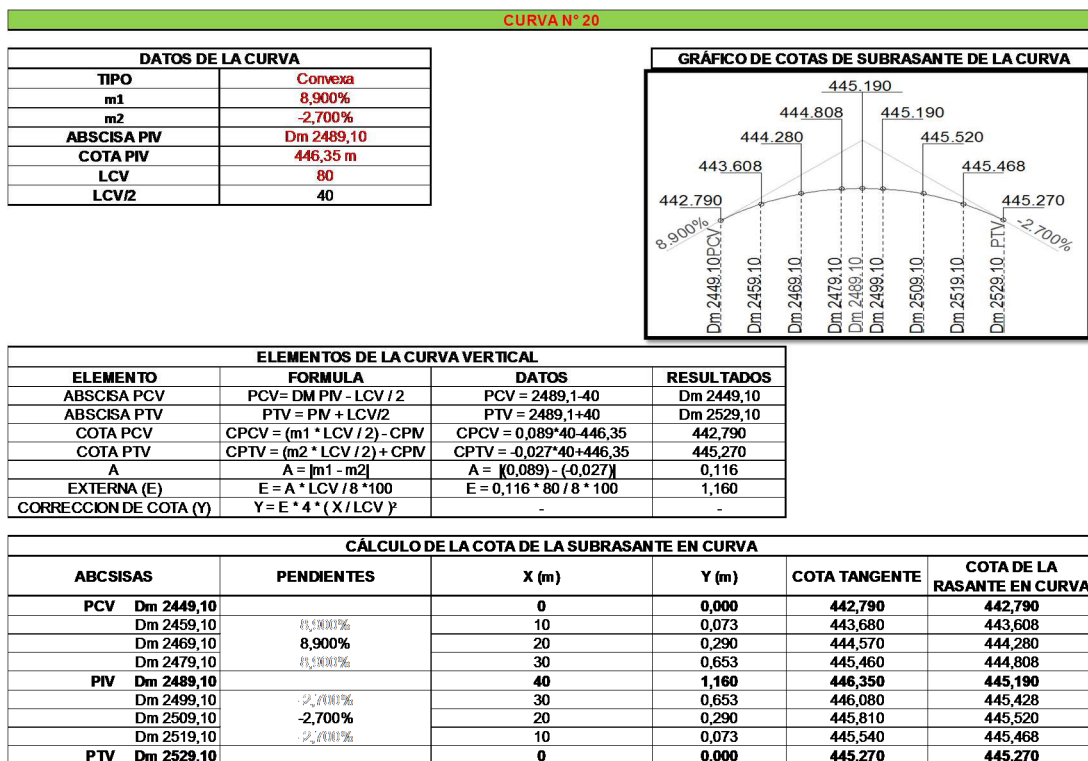


Tabla nº 56: Cálculo de la curva vertical N°20

Elaborado por: Los Autores



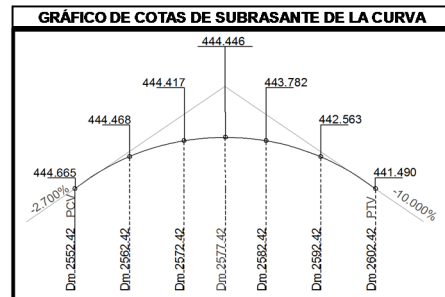
DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CURVA N° 21

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Convexa
m1	-2,700%
m2	-10,000%
ABSCISA PIV	Dm 2577,42
COTA PIV	443,99 m
LCV	50
LCV/2	25



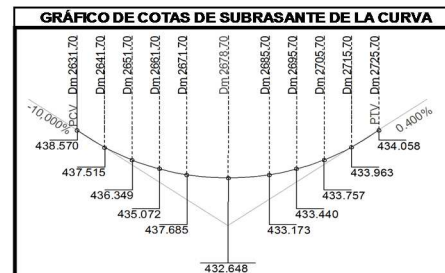
ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 2577,42 - 25$	Dm 2552,42
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV / 2$	$PTV = 2577,42 + 25$	Dm 2602,42
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = -0,027 * 25 - 443,99$	444,665
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = -0,1 * 25 + 443,99$	441,490
A	$A = m1 - m2 $	$A = -0,027 - (-0,1) $	0,073
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,073 * 50 / 8 * 100$	0,456
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 2552,42		0	0,000	444,665	444,665
Dm 2562,42	-2,700%	10	0,073	444,395	444,322
Dm 2572,42	-2,700%	20	0,292	444,125	443,833
PIV Dm 2577,42		25	0,456	443,990	443,534
Dm 2582,42	-10,000%	20	0,292	443,490	443,198
Dm 2592,42	-10,000%	10	0,073	442,490	442,417
PTV Dm 2602,42		0	0,000	441,490	441,490

Tabla n° 57: Cálculo de la curva vertical N°21
Elaborado por: Los Autores

CURVA N° 22

DATOS DE LA CURVA	
TIPO	Concava
m1	-10,000%
m2	0,400%
ABSCISA PIV	Dm 2678,70
COTA PIV	433,87 m
LCV	94
LCV/2	47



ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	FORMULA	DATOS	RESULTADOS
ABSCISA PCV	$PCV = DM\ PIV - LCV / 2$	$PCV = 2678,7 - 47$	Dm 2631,70
ABSCISA PTV	$PTV = PIV + LCV / 2$	$PTV = 2678,7 + 47$	Dm 2725,70
COTA PCV	$CPCV = (m1 * LCV / 2) - CPV$	$CPCV = -0,1 * 47 - 433,87$	438,570
COTA PTV	$CPTV = (m2 * LCV / 2) + CPV$	$CPTV = 0,004 * 47 + 433,87$	434,058
A	$A = m1 - m2 $	$A = -0,1 - (-0,004) $	0,104
EXTERNA (E)	$E = A * LCV / 8 * 100$	$E = 0,104 * 94 / 8 * 100$	1,222
CORRECCION DE COTA (Y)	$Y = E * 4 * (X / LCV)^2$	-	-

CÁLCULO DE LA COTA DE LA SUBRASANTE EN CURVA					
ABCSISAS	PENDIENTES	X (m)	Y (m)	COTA TANGENTE	COTA DE LA RASANTE EN CURVA
PCV Dm 2631,70		0	0,000	438,570	438,570
Dm 2641,70	-10,000%	10	0,055	437,570	437,625
Dm 2651,70	-10,000%	20	0,221	436,570	436,791
Dm 2661,70	-10,000%	30	0,498	435,570	436,068
Dm 2671,70	-10,000%	40	0,885	434,570	434,455
PIV Dm 2678,70		47	1,222	433,870	433,092
Dm 2685,70		40	0,885	434,058	434,943
Dm 2695,70	0,400%	30	0,498	433,938	434,436
Dm 2705,70	0,400%	20	0,221	433,978	434,199
Dm 2715,70	0,400%	10	0,055	434,018	434,073
PTV Dm 2725,70		0	0,000	434,058	434,058

Tabla n° 58: Cálculo de la curva vertical N°22
Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

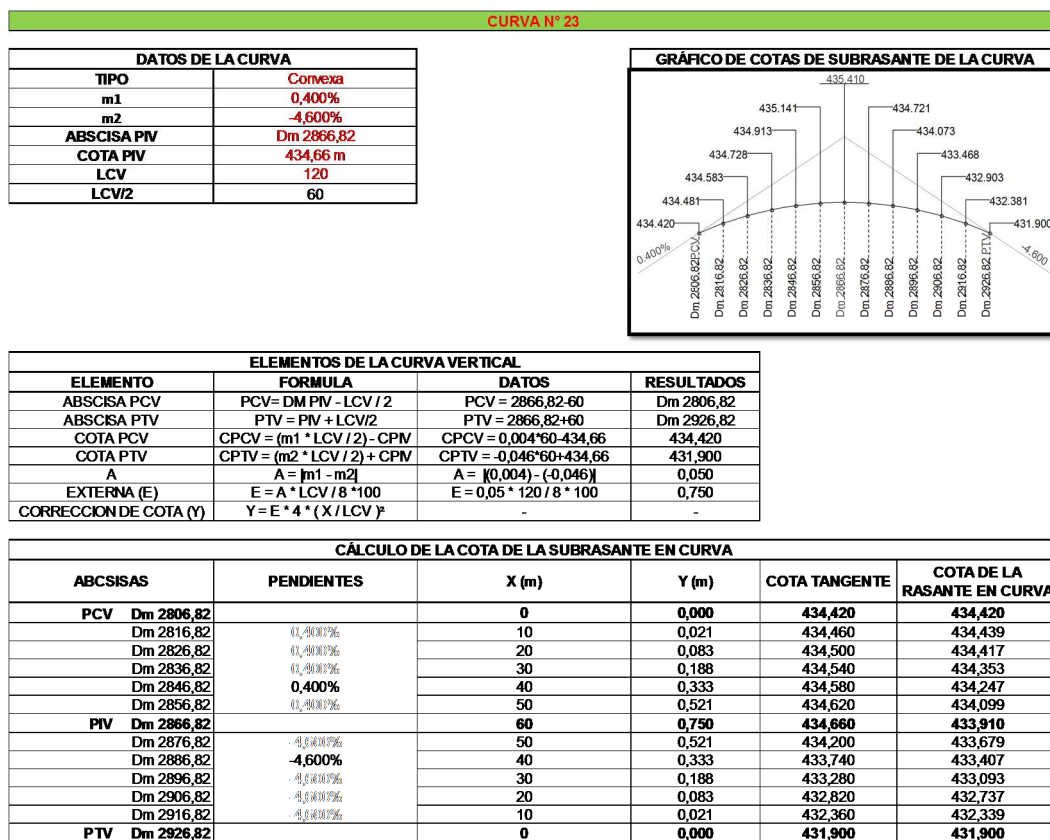


Tabla nº 59: Cálculo de la curva vertical N°23

Elaborado por: Los Autores

2.3 Estudio de suelos

2.3.1 Generalidades

La determinación del tipo del suelo al igual que los estudios topográficos se los realiza antes de la fase de construcción de cualquier obra vial, siendo el suelo un factor que influye directamente en los cálculos para el diseño del pavimento, es decir, el suelo es un elemento que interviene en la determinación del espesor de las capas de la estructura del pavimento, así como en el costo de las mismas.



Para determinar el tipo de suelo se debe realizar dos fases, la primera durante la elección de la ruta del camino más conveniente y la segunda después de establecer la ruta definitiva.

2.3.1.1 Primera Fase

Una vez que se elige la ruta se deben realizar calicatas o perforaciones paralelas al posible eje cada 500m, para este caso en particular se ejecutaron 6 calicatas en las abscisas Dm 000.00; hasta Dm 2500.00, por medio de estas perforaciones se podrá deducir de manera aproximada el tipo de suelo por la cual está prevista la construcción de la carretera.

Si los datos obtenidos en esta etapa son favorables, el problema básicamente se queda concretado a la ruta elegida; pero si resulta lo contrario se deben buscar alternativas que permitan la construcción de la carretera de las mejores características de sustentación sea de igual o menor costo inicial que la ruta rechazada. (Llvisaca, 2014)

Para el caso de la vía de ingreso al sitio la muerta, el suelo encontrado en los ensayos es limo arcilloso en toda el área donde se tiene prevista la ubicación de la vía.

2.3.1.2 Segunda Fase

Una vez establecida la ruta definitiva, puede darse inicio a esta fase en la cual los estudios se ejecutan a detalle, tomando en cuenta los datos de la fase inicial,



pero complementándolas adecuadamente con muestras de suelo para ser ensayadas en el laboratorio. (Jaramillo, 1991)

2.3.2 Toma de muestras

Para desarrollar los ensayos en el laboratorio se procede a tomar muestras a través de perforaciones o calicatas por cada quinientos metros de longitud de la vía. Consiste en obtener un fragmento del material con el que se pretende construir una estructura o del material que ya forma parte de la misma, por ende, las características obtenidas del fragmento del suelo se establezcan en un elemento representativo. Esta etapa incluye también todas las operaciones de envasado en fundas, identificación y transporte de las muestras.

2.3.2.1 Muestras alteradas

Son aquellas que están constituidas por el material disgregado o fragmentado, en las que no se toman precauciones especiales para conservar las características de la estructura y humedad; no obstante, en algunas ocasiones conviene conocer el contenido de agua original del suelo, para lo cual las muestras se envasan herméticamente en fundas y se transportan de forma adecuada que conserve sus propiedades originales.

Las muestras pueden obtenerse con un proceso de excavación, de un frente, ya sea de corte o de un banco o bien de perforaciones llevadas a profundidad con herramientas especiales. Las muestras deben ser representativas de cada capa



que atravesase, hasta llegar a una profundidad que puede corresponder al nivel más bajo de explotación.

De acuerdo a Llivisaca (2014) el espaciamiento de los estudios y el número de muestras que se tomen deben estar de acuerdo con la homogeneidad del suelo, el tipo de estudio de suelo de que se trate y el equipo para la extracción, que para este tipo de muestras es el siguiente:

- Picos, Palas y abre hoyos
- Barretetas
- Pasteadoras
- Sacos o costales
- Barrenas helicoidales
- Hojas para identificación
- Fundas plástica

2.3.2.2 Muestras Inalteradas

Son aquellas en las que se conserva la estructura y la humedad que tiene el suelo en el lugar donde se obtenga la muestra. Las muestras inalteradas se obtienen de suelos finos que puedan moldearse sin que se disgreguen. (Llivisaca, 2014)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA



Ilustración n° 15: Detalle fotográfico de tomas de muestras

Elaborado por: Autores

2.3.3 Identificación de los suelos

La mecánica de suelos se basa en investigaciones de campo para obtener las condiciones reales del suelo y definir las situaciones más óptimas para el funcionamiento de la obra que se desea diseñar. Se debe definir una metodología en campo a fin de determinar las características de los suelos y establecer los parámetros geotécnicos para el diseño definitivo de los componentes estructurales que tengan contacto con el suelo. Para el caso específico de vías el realizar ensayos de suelos con estudios específicos



proporciona las propiedades mecánicas de los elementos que intervienen en la vía para su funcionamiento. (Juan, 2002)

2.3.3.1 Ensayo de Granulometría

Es un proceso mecánico mediante el cual se separan las partículas de un suelo con sus diferentes tamaños mediante tamices, como indica la norma.

Normas

- AASHTO T 88-00
- ASTM D 422

Alcance

Este método, describe el procedimiento para la determinación cuantitativa de la distribución del tamaño de las partículas del suelo.

Equipos

- Horno.- Termostáticamente controlado, capaz de mantener constantemente una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$), para secar las muestras.
- Balanza.-Tendrá la capacidad suficiente, legible a 0.1 por ciento de la masa de la muestra, o mejor, y de acuerdo a los requisitos de la norma AASHTO M 231 (dispositivos para pesar usados en los ensayos de materiales).



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Designación Estándar mm	Designación alternativa
75	3 in
50	2 in
25	1 in
9.25	3/8 in
4.75	N° 4
2.00	N° 10
0.425	N° 40
0.075	N° 200

Tabla nº 60: Tamices para el ensayo de granulometría

Fuente: Norma AASHTO T 88 – 00

- ✓ Envases, adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- ✓ Cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices.

Muestra de ensayo.

Se debe preparar muestra para el ensayo de granulometría como lo describe la norma AASHTO T 87; ASTM D 2217, la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y otra que pasa dicho tamiz. Para nuestro caso en particular solo se analizará la fracción que pasa por el tamiz N°4 por ser el suelo aparentemente un agregado fino.

Análisis granulométrico de la fracción fina

El análisis granulométrico del material que pasa el tamiz de 4.75 mm (N°4) se lo hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y la información requerida.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegran con facilidad, se podrá tamizar en seco. Los materiales arcillosos y limosos cuyos terrones en estado seco no se desintegren con facilidad se podrán realizar el ensayo por vía húmeda.

La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0.074 mm (N° 200) se lo realizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0.074 mm (N° 200).

Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0.074 mm (N° 200).

- a. Mediante cuarteo separe 200g para suelos arenosos y 65g para suelos arcillosos y limosos, pesándolo con exactitud de 0.01 g. Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.
- b. Se lava la muestra sobre el tamiz de 0.074 mm (N° 200) con abundante agua, teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.
- c. Se recoge el contenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$ ($230 \pm 9^{\circ} \text{ F}$).
- d. Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado anteriormente.



Cálculos

Se calcula los pesos retenidos o parciales en cada tamiz y luego los pesos acumulados. Para determinar el porcentaje retenido que pasa por cada tamiz, se divide el peso retenido acumulado de cada tamiz entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso acumulado en cada tamiz}}{\text{Peso Total}} * 100$$

Se calcula el porcentaje que pasa

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

Tomado de (Competencias Técnicas de Laboratorista en Vialidad).

Un suelo de acuerdo a la granulometría se clasifica así:

- Agregado Grueso.- Material retenido en el tamiz 4.75mm (N°4).
- Agregado Fino.- Material que pasa por el tamiz de 4.75mm (N°4).
- Relleno Mineral.- Fracciones de agregado fino que pasa por el tamiz de 0.60mm (N°30).
- Polvo mineral.- Fracciones de agregado fino que pasa el tamiz 0.075mm (N°200). (Villalaz, 1994)

Se procede a realizar el respectivo ensayo a cada una de las muestras:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA



MUESTRAS



TAMICES



TAMIZANDO



RECOPILACIÓN DE DATOS
EN GRAMERA

Ilustración nº 16: Detalle fotográfico de los ensayos de granulometría

Elaborado por: Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

GRANULOMETRÍA (ASTM D-422)					
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
1/2"				(100,00)	
3/8"	-	-	-	(100,00)	
Nº4					
< Nº4	-	-	-	(100,00)	
Nº8					
Nº10	6,60	6,60	5,35	(94,65)	
Nº40	11,70	18,30	9,48	(85,17)	
Nº50					
Nº100					
Nº200	15,20	33,50	12,32	(72,85)	
< Nº200	89,87	89,87	72,85		
TOTAL	123,37				

GRAVA	100 %
ARENA	27 %
FINOS	73 %

ANTES	160,8 grms
DESPUÉS	123,37 grms

CLASIFICACIÓN:		HUMEDAD NATURAL:	30,34 %
		LIMITE LIQUIDO:	44,16 %
SUCS	ML	ÍNDICE PLÁSTICO:	8,38 %
AASHTO	A-5	ÍNDICE DE GRUPO:	8,4

NOMBRE TÍPICO	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos
---------------	---

HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HÚMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
U	----	65,92	54,81	18,59	30,67	30,34
III	----	72,16	59,57	17,60	30,00	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)						
						44,16
III	40	29,87	23,12	6,85	41,49	
O	32	30,68	23,38	6,81	44,06	
Z	19	29,42	22,42	6,88	45,05	
LIMITE PLÁSTICO (ASTM D-4318)						
E	----	9,74	8,97	6,82	35,81	35,78
A	----	9,72	8,97	6,88	35,89	
X	----	9,85	9,08	6,92	35,65	

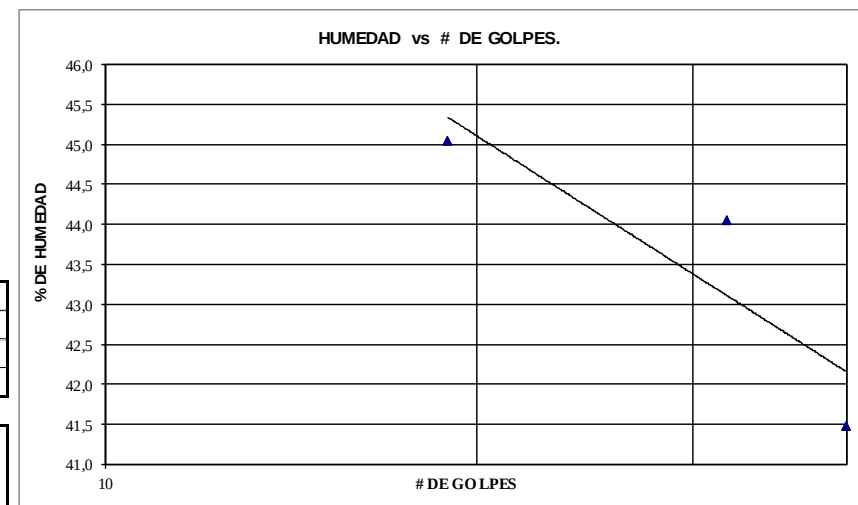


Tabla nº 61: Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 1

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

GRANULOMETRÍA (ASTM D-422)					
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
1/2"				(100,00)	
3/8"	-	-	-	(100,00)	
Nº4					
< Nº4	-	-	-	(100,00)	
Nº8					
Nº10	-	-	-	(100,00)	
Nº40	0,30	0,30	0,37	(99,63)	
Nº50					
Nº100					
Nº200	24,10	24,40	30,06	(69,57)	
< Nº200	55,78	55,78	69,57		
TOTAL	80,18				

GRAVA	100 %
ARENA	30 %
FINOS	70 %

ANTES	126,7 grms
DESPUÉS	80,18 grms

CLASIFICACIÓN:		HUMEDAD NATURAL:	58,02 %
		LIMITE LIQUIDO:	53,07 %
SUCS	MH	ÍNDICE PLÁSTICO:	8,72 %
AASHTO	A-5	ÍNDICE DE GRUPO:	9,2

NOMBRE TÍPICO	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, mas elásticos
---------------	--

HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HÚMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
O	----	50,61	39,16	18,80	56,24	58,02
L	----	62,42	45,65	17,61	59,81	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)						
						53,07
P	42	27,33	20,68	6,77	47,81	
I	32	25,52	19,20	6,79	50,93	
Y	19	30,00	21,69	6,76	55,66	
LIMITE PLÁSTICO (ASTM D-4318)						
D	----	9,44	8,62	6,76	44,09	44,35
V	----	9,67	8,79	6,80	44,22	
Q	----	9,58	8,73	6,83	44,74	

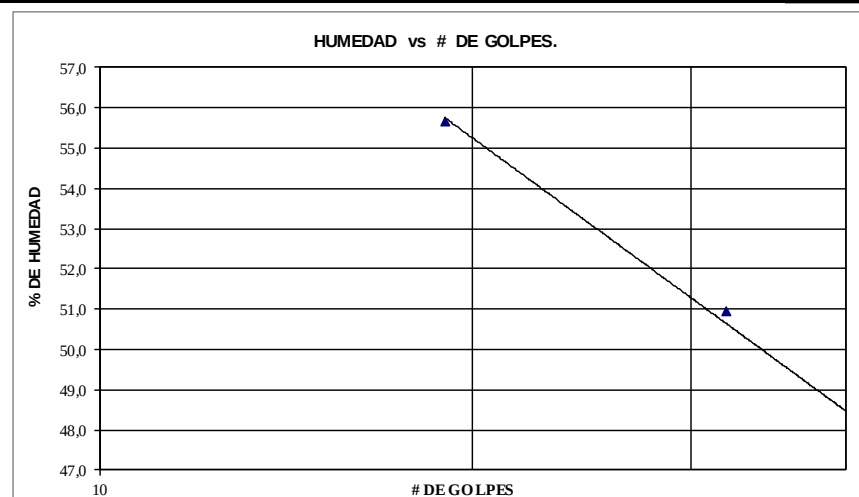


Tabla nº 62: Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 2

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

GRANULOMETRÍA (ASTM D-422)					
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
1/2"				(100,00)	
3/8"	-	-	-	(100,00)	
Nº4					
< Nº4	-	-	-	(100,00)	
Nº8					
Nº10	5,70	5,70	4,22	(95,78)	
Nº40	2,30	8,00	1,70	(94,08)	
Nº50					
Nº100					
Nº200	12,30	20,30	9,10	(84,97)	
< Nº200	114,79	114,79	84,97		
TOTAL	135,09				

GRAVA	100 %
ARENA	15 %
FINOS	85 %

ANTES	169,7 grms
DESPUÉS	135,09 grms

CLASIFICACIÓN:		HUMEDAD NATURAL:	25,62 %
		LIMITE LIQUIDO:	54,56 %
SUCS	MH	ÍNDICE PLÁSTICO:	18,58 %
AASHTO	A-7-5	ÍNDICE DE GRUPO:	14,3

NOMBRE TÍPICO	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, mas elásticos
---------------	--

HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HÚMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
K	----	62,21	54,67	17,62	20,35	25,62
M	----	53,47	45,24	18,59	30,88	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)						
						54,56
G	39	27,82	20,63	6,76	51,84	
F	30	27,76	20,47	6,78	53,25	
Z	19	29,07	21,01	6,71	56,36	
LIMITE PLÁSTICO (ASTM D-4318)						
X	----	9,72	8,92	6,74	36,70	35,98
S	----	9,75	8,98	6,83	35,81	
A	----	9,81	9,02	6,79	35,43	

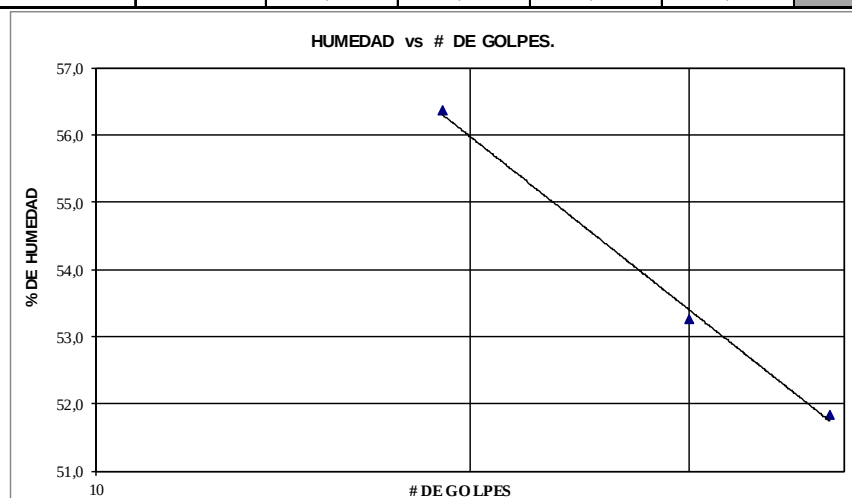


Tabla nº 63: Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 3
Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

GRANULOMETRÍA (ASTM D-422)					
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
1/2"				(100,00)	
3/8"	-	-	-	(100,00)	
Nº4					
< Nº4	-	-	-	(100,00)	
Nº8					
Nº10	-	-	-	(100,00)	
Nº40	0,70	0,70	0,58	(99,42)	
Nº50					
Nº100					
Nº200	16,30	17,00	13,55	(85,87)	
< Nº200	103,28	103,28	85,87		
TOTAL	120,28				

GRAVA	100 %
ARENA	14 %
FINOS	86 %

ANTES	157,8 grms
DESPUÉS	120,28 grms

CLASIFICACIÓN:		HUMEDAD NATURAL:	31,19 %
		LÍMITE LÍQUIDO:	55,90 %
SUCS	MH	ÍNDICE PLÁSTICO:	19,93 %
AASHTO	A-7-5	ÍNDICE DE GRUPO:	15,2

NOMBRE TÍPICO	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, mas elásticos
---------------	--

HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HÚMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
U	----	56,47	47,20	17,45	31,16	31,19
T	----	59,18	49,53	18,63	31,23	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)						
						55,90
F	42	30,23	22,18	6,71	52,04	
H	32	29,56	21,66	6,81	53,20	
O	21	28,80	20,77	6,83	57,60	
LIMITE PLÁSTICO (ASTM D-4318)						
W	----	9,24	8,61	6,85	35,80	35,97
B	----	9,08	8,48	6,84	36,59	
M	----	9,17	8,58	6,92	35,54	

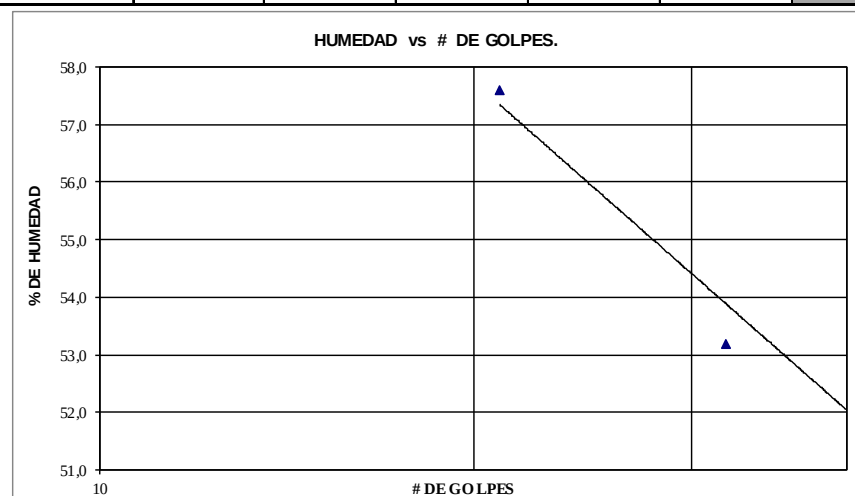


Tabla nº 64: Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 4
Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

GRANULOMETRÍA (ASTM D-422)					
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
1/2"				(100,00)	
3/8"	-	-	-	(100,00)	
Nº4					
< Nº4	-	-	-	(100,00)	
Nº8					
Nº10	1,10	1,10	0,60	(99,40)	
Nº40	1,60	2,70	0,88	(98,52)	
Nº50					
Nº100					
Nº200	8,60	11,30	4,71	(93,81)	
< Nº200	171,29	171,29	93,81		
TOTAL	182,59				

GRAVA	100 %
ARENA	6 %
FINOS	94 %

ANTES	241,5 grms
DESPUÉS	182,59 grms

CLASIFICACIÓN:		HUMEDAD NATURAL:	32,26 %
		LIMITE LIQUIDO:	68,10 %
SUCS	MH	ÍNDICE PLÁSTICO:	22,53 %
AASHTO	A-7-5	ÍNDICE DE GRUPO:	17,0

NOMBRE TÍPICO	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, mas elásticos
---------------	--

HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HÚMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
CII	----	60,63	50,46	18,29	31,61	32,26
PH	----	75,47	61,35	18,45	32,91	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)						
LI	32	21,70	16,95	9,77	66,16	68,10
CH	20	22,00	16,58	8,88	70,39	
A	10	21,85	16,33	8,70	72,35	
LIMITE PLÁSTICO (ASTM D-4318)						
P	----	37,59	35,64	31,36	45,56	45,57
AIO	----	36,68	34,98	31,23	45,33	
AM	----	38,29	36,59	32,88	45,82	

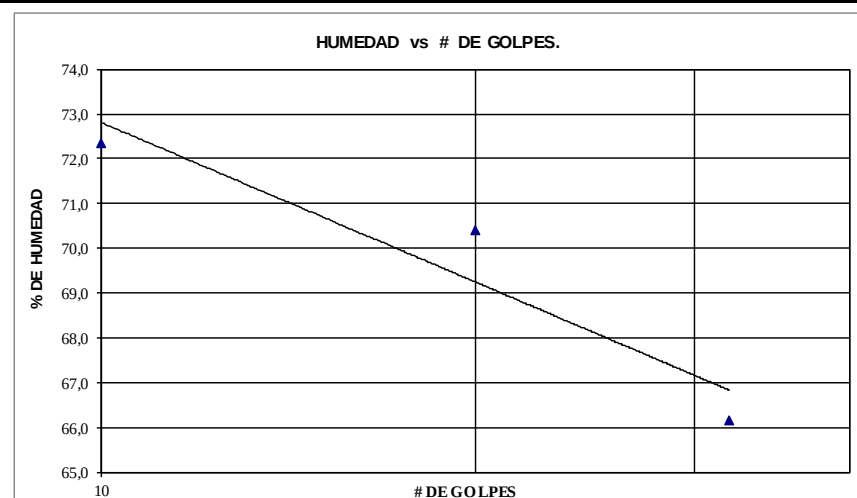


Tabla nº 65: Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 5
Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

GRANULOMETRÍA (ASTM D-422)					
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"				(100,00)	
3/8"	-	-	-	(100,00)	
Nº4					
< Nº4	-	-	-	(100,00)	
Nº8					
Nº10	1,40	1,40	0,69	(99,31)	
Nº40	4,80	6,20	2,36	(96,95)	
Nº50					
Nº100					
Nº200	17,60	23,80	8,67	(88,27)	
< Nº200	179,17	179,17	88,27		
TOTAL	202,97				

GRAVA	100 %
ARENA	12 %
FINOS	88 %

ANTES	300,2 grms
DESPUÉS	202,97 grms

CLASIFICACIÓN:		HUMEDAD NATURAL:	47,91 %
		LÍMITE LÍQUIDO:	56,94 %
SUCS	MH	ÍNDICE PLÁSTICO:	15,40 %
AASHTO	A-7-5	ÍNDICE DE GRUPO:	13,5

NOMBRE TÍPICO	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, mas elásticos
---------------	--

HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HÚMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
P	----	85,90	63,84	17,60	47,71	47,91
O	----	89,00	65,65	17,11	48,10	
						56,94
AC	29	21,32	16,60	8,24	56,46	
II	23	22,71	18,23	10,37	57,00	
O	10	22,07	16,36	7,11	61,73	
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4318)						
E	----	20,70	20,01	18,35	41,57	41,53
EZ	----	22,28	21,21	18,63	41,47	
II	----	22,94	21,71	18,75	41,55	

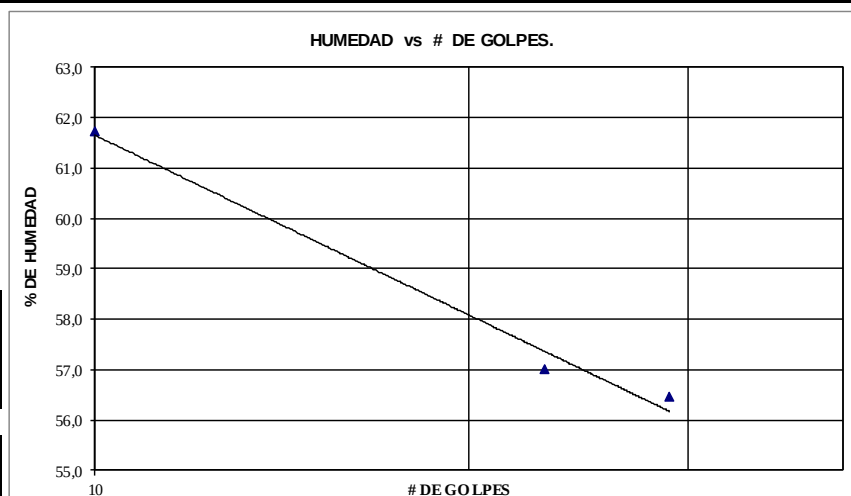


Tabla nº 66: Cálculo de ensayo de granulometría y límites de Atterberg de la perforación 6
Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

2.3.3.2 Clasificación de suelos AASHTO

De acuerdo con este sistema y con base en su comportamiento, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos del A-1 al A-8. En este sistema de clasificación los suelos inorgánicos se clasifican en 7 grupos que van del A-1 al A-7. Estos a su vez se dividen en un total de 12 subgrupos. Los suelos con elevada proporción de materia orgánica se clasifican como A-8 (Montejo, 2006).

Las características de los diferentes grupos y subgrupos, los procedimientos de clasificación se presentan:

CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO AASHTO											
CLASIFICACIÓN GENERAL	Materiales granulares (35%, o menos, pasa el tamiz N° 200)							Materiales limo-arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
GRUPOS	A-1	A-1-b	A-2					A-4	A-5	A-6	A-7
SUBGRUPOS	A-1-a		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa el tamiz: N° 10 (2.00 mm)	50 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N° 40 (0.425 mm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	-	-	-	-	-	-	-	
N°200 (0.075 mm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35máx.	35máx.	36máx.	36máx.	36máx.	
Características del material que pasa el tamiz N° 40 (0.425 mm):											
Límite líquido	-	-	40 máx.	41 mín.	40máx.	41mín.	40máx.	41mín.	40máx.	41mín.	41mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	NP	10 máx.	10 máx.	11mín.	11mín.	10máx.	10máx.	11mín.	11mín.	
Terreno de fundación	Excelente a bueno	Excelente a bueno	Excelente a bueno					Regular a malo			

*El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5, es igual o menor a LI-30.

*El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6, es mayor que LI-30.

Tabla nº 67: Clasificación de los suelos por el método AASHTO

Fuente: (Montejo, 2006)

Por medio del ensayo de granulometría en cada una de las perforaciones a cielo abierto que presenta este proyecto determina que el tipo de suelo según la



clasificación de la AASHTO, se muestra es un suelo regular malo del grupo A-7-5.

2.3.3.3 Ensayo de Compactación

También llamado Próctor, tiene como finalidad obtener la humedad óptima de un suelo. La humedad óptima es aquella humedad para la cual la densidad del suelo es máxima.

En este proyecto se empleará el Método “B” según la AASTHO, para ejecutar los ensayos de compactación.

Método B

Equipos:

- Moldes: de 6 in (152.4 mm).
- Pisón con su guía: manual o mecánico.
- Extractor de muestras (opcional).
- Balanza, con lectura de 1g.
- Horno de secado con una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).
- Enrasador; no menos de 10 in. (254 mm) de longitud.
- Tamices; 3/4 in (19.0 mm), 3/8 in (9.5 mm), y No 4 (4.75 mm)
- Herramientas de mezclado

Muestra de ensayo:

Masa mínima para una muestra: Método B es 7 kg.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Procedimiento:

- Si está muy húmeda, seque al ambiente o con secador sin exceder su temperatura 140°F (60°C).
- Pase una cantidad adecuada de suelo sobre el tamiz 4.75 mm (N° 4) y deseche el material grueso retenido.
- Prepare 3 o 4 muestras de 7 kg (16lb)
- Mezcla la muestra seleccionada con agua para humedecerla hasta aproximadamente 4% por debajo del contenido de humedad óptimo.
- Determine y registre la masa de molde o del molde y base.
- Forma un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde con collar, en cinco capas aproximadamente iguales, para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (5 in).
- Compacte cada capa con 56 golpes del pistón distribuidos uniformemente dejándolo caer libremente desde una altura de 457 mm (18 in).
- Luego de la compactación remueve el collar de extensión quitando el materia adherido en el collar, con cuidado recorta el suelo excedente compacto de la parte superior del molde usando el borde recto de la regla.
- Determine la masa de espécimen y molde.
- Efectúa un corte vertical y obtiene dos muestras para determinación del contenido de humedad. Toma una muestra de material de una de las caras cortadas; pesa inmediatamente y séquela, para determinar el contenido de humedad de acuerdo con la norma AASTHO T 265.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- Prepara una nueva muestra y agrega suficiente agua para incrementar el contenido de humedad del suelo de 1% a 2 % y repite el procedimiento antes indicado para cada incremento de agua.
- Continúa esta serie de determinaciones hasta que haya una disminución de la masa húmeda, W_1 , por metro cubico (pie cúbico) del suelo compactado.

Este método de prueba es aplicado para las mezclas de suelo que tienen el 40 por ciento o menos retenido en el tamiz de 4.75 mm (N°4). El material retenido en estos tamices será definido como una partícula extra grande (partículas gruesas).

Próctor Modificado AASTHO T – 180	
Martillo: 10libras (4.536 ± 0.009) kg – Altura de caída: 18 in (457 ± 2) mm	
	MÉTODO B
Material	Pasa el tamiz No. 4
Molde	6"
No. de capas	5
No. de golpes por capa	56
Volumen del molde	2032.22 cm ³

Tabla nº 68: C Método B

Fuente: (Universidad Técnica Particular de Loja)

Próctor Modificado AASTHO T – 180



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Cálculos:

Cálculo del contenido de humedad, densidad húmeda del suelo, densidad seca del suelo para cada ensayo como sigue.

$$W = \frac{P1 - P2}{P2 - P4} * 100$$

$$Dh = \frac{\text{Peso de la muestra humedad}}{\text{volumen}}$$

$$Ds = \frac{Dh}{(1 + \frac{W}{100})} * 100$$

Dónde:

W = Porcentaje de humedad en el espécimen.

P1 = Masa del recipiente y suelo mojado;

P2 = Masa del recipiente y suelo seco.

P4 = Masa del recipiente;

Ds = Peso unitario seco (kg/cm³) del suelo compactado

Dh = Peso unitario húmedo (kg/cm³) del suelo compactado

Relación de humedad-densidad.

Los cálculos hechos son para determinar el contenido de humedad y la unidad de masa (densidad) en kg/cm³ de las muestras compactadas. La densidad (unidad de masa) del suelo deberá ser trazado como ordenadas y el contenido de humedad como abscisas.

Se procede a realizar el respectivo ensayo a cada una de las muestras:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA



Ilustración nº 17: Detalle fotográfico de los ensayo de compactación.

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

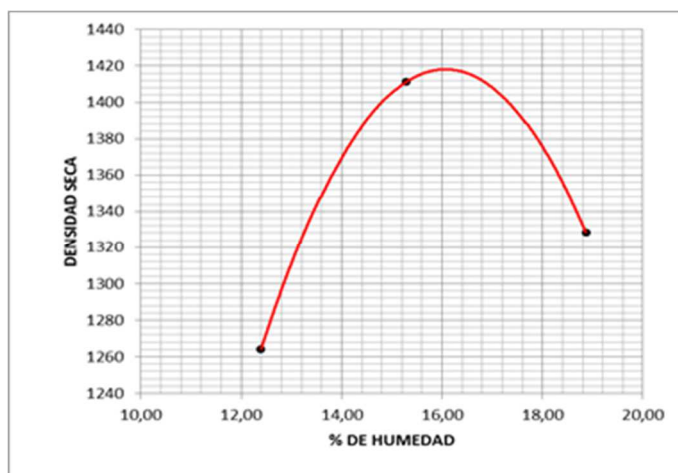
MUESTRA: 1 (Dm 500.00)

TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=4" ; 18"-4.5 Kg. ; 5c-2	MASA DEL CILINDRO (P7)	4143
#DE CAPAS	5	VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	903
#DE GOLPES POR CAPA	25	MASA DEL MARTILLO (lb.)	10
		ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
MASA DE CILINDRO +SUELO HÚMEDO	5426	5612	5569
MASA DE SUELO HÚMEDO	1283	1469	1426
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1421	1627	1579
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1264	1411	1329

Tabla nº 69: Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 1
Elaborado por: Los Autores

PUNTO #	1		2		3	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	3		6		9	
RECIPIENTE Nº TARA	b	f	j	r	w	o
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	145,63	154,23	122,34	126,23	128,74	126,32
TARA + SUELO SECO (GRS.)	132,25	141,25	110,24	113,21	112,35	112,68
PESO AGUA	13,38	12,98	12,10	13,02	16,39	13,64
PESO DE TARA	28,36	32,15	29,58	29,54	27,59	38,54
PESO SUELO SECO	103,89	109,10	80,66	83,67	84,76	74,14
CONT. DE AGUA %	12,88	11,90	15,00	15,56	19,34	18,40
CONT. PROM. AGUA %	12,39		15,28		18,87	

Tabla nº 70: Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 1
Elaborado por: Los Autores



Observaciones:
Normas de Referencia
ASTM D 698-91
ASTM D 1557-91
AASHTO T 99-94
AASHTO T 180-93

Gráfico nº 1: Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 1
Elaborado por: Los Autores

Por medio del presente grafico se obtiene como resultado que la Densidad máxima seca es 1418 kg/m³ y la humedad Optima 16.06% de la muestra 1.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

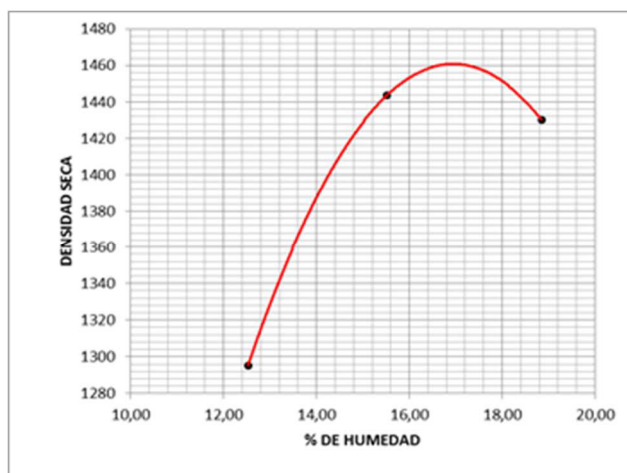
MUESTRA: 2 (Dm 500.00)

TIPO DEL ENSAYO	Modificado $\phi=4"$; 18"-4.5 Kg.; 5c-2	MASA DEL CILINDRO (P7)	4143
#DECAPAS	5	VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	903
#DEGOLPES POR CAPA	25	MASA DEL MARTILLO (lb.)	10
		ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	5459	5649	5678
MASA DE SUELO HÚMEDO	1316	1506	1535
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1457	1668	1700
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1295	1444	1430

Tabla nº 71: Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 2
Elaborado por: Los Autores

PUNTO #	1		2		3	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	3		6		9	
RECIPIENTE Nº TARA	v	n	r	e	q	p
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	123,54	125,36	119,58	116,25	125,63	120,35
TARA + SUELO SECO (GRS.)	112,69	114,98	107,89	104,56	110,25	106,21
PESO AGUA	10,85	10,38	11,69	11,69	15,38	14,14
PESO DE TARA	28,56	29,56	31,23	30,56	28,56	31,24
PESO SUELO SECO	84,13	85,42	76,66	74,00	81,69	74,97
CONT. DE AGUA %	12,90	12,15	15,25	15,80	18,83	18,86
CONT. PROM. AGUA %	12,52		15,52		18,84	

Tabla nº 72: Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 2
Elaborado por: Los Autores



Observaciones:
Normas de Referencia
ASTM D 698-91
ASTM D 1557-91
AASHTO T 99-94
AASHTO T 180-93

Gráfico nº 2: Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 2
Elaborado por: Los Autores

Por medio del presente grafico se obtiene como resultado que la Densidad máxima seca es 1461 kg/m³ y la humedad Optima 16.95% de la muestra 2.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

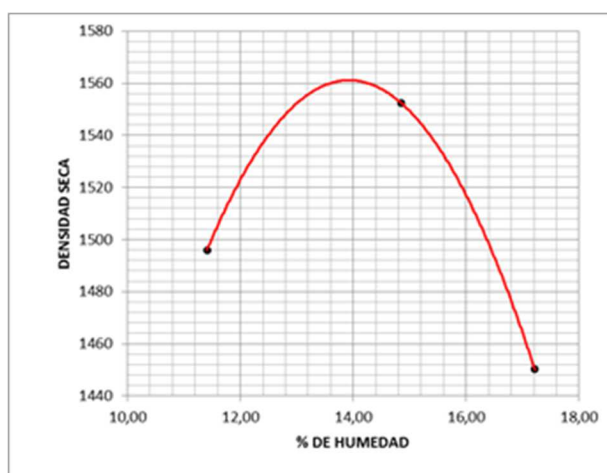
MUESTRA: 3 (Dm 1000.00)

TIPO DEL ENSAYO	Modificado $\phi=4"$; 18" 4.5 Kg.; 5c-2	MASA DEL CILINDRO (P7)	4143
# DE CAPAS	5	VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	903
# DE GOLPES POR CAPA	25	MASA DEL MARTILLO (lb.)	10
		ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	5648	5753	5678
MASA DE SUELO HÚMEDO	1505	1610	1535
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1667	1783	1700
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1496	1552	1450

Tabla nº 73: Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 3
Elaborado por: Los Autores

PUNTO #	1		2		3	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	3		6		9	
RECIPIENTE Nº TARA	g	l	t	o	y	e
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	119,56	154,23	118,56	115,62	119,56	129,56
TARA + SUELO SECO (GRS.)	110,25	141,25	107,12	104,56	106,23	115,26
PESO AGUA	9,31	12,98	11,44	11,06	13,33	14,30
PESO DE TARA	28,59	27,56	29,85	30,25	29,65	31,25
PESO SUELO SECO	81,66	113,69	77,27	74,31	76,58	84,01
CONT. DE AGUA %	11,40	11,42	14,81	14,88	17,41	17,02
CONT. PROM. AGUA %	11,41		14,84		17,21	

Tabla nº 74: Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 3
Elaborado por: Los Autores



Observaciones:
Normas de Referencia
ASTM D 698-91
ASTM D 1557-91
AASHTO T 99-94
AASHTO T 180-93

Gráfico nº 3: Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 3
Elaborado por: Los Autores

Por medio del presente grafico se obtiene como resultado que la Densidad máxima seca es 1561 kg/m³ y la humedad Optima 13.93% de la muestra 3.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

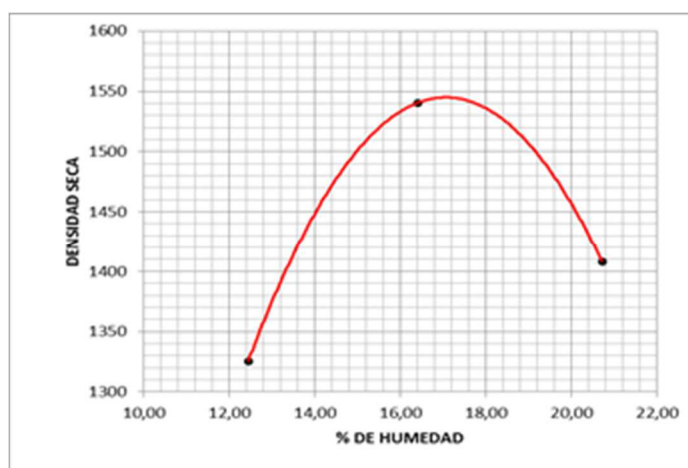
MUESTRA: 4 (Dm 1500.00)

TIPO DEL ENSAYO	Modificado $\phi=4"$; 18"-4.5 Kg.; 5c-2	MASA DEL CILINDRO (P7)	4143
# DE CAPAS	5	VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	903
# DE GOLPES POR CAPA	25	MASA DEL MARTILLO (lb.)	10
		ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	5489	5762	5678
MASA DE SUELO HÚMEDO	1346	1619	1535
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1491	1793	1700
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1326	1540	1408

Tabla nº 75: Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 4
Elaborado por: Los Autores

PUNTO #	1		2		3	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	4		8		12	
RECIPIENTE Nº TARA	G	T	Y	U	I	O
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	122,69	123,24	119,54	113,58	120,72	123,17
TARA + SUELO SECO (GRS.)	112,23	113,25	107,12	102,13	105,23	107,56
PESO AGUA	10,46	9,99	12,42	11,45	15,49	15,61
PESO DE TARA	30,25	30,85	31,87	31,86	31,35	31,34
PESO SUELO SECO	81,98	82,40	75,25	70,27	73,88	76,22
CONT. DE AGUA %	12,76	12,12	16,50	16,29	20,97	20,48
CONT. PROM. AGUA %	12,44		16,40		20,72	

Tabla nº 76: Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 4
Elaborado por: Los Autores



Observaciones:
Normas de Referencia
ASTM D 698-91
ASTM D 1557-91
AASHTO T 99-94
AASHTO T 180-93

Gráfico nº 4: Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 4
Elaborado por: Los Autores

Por medio del presente grafico se obtiene como resultado que la Densidad máxima seca es 1545 kg/m³ y la humedad Optima 17.07% de la muestra 4.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

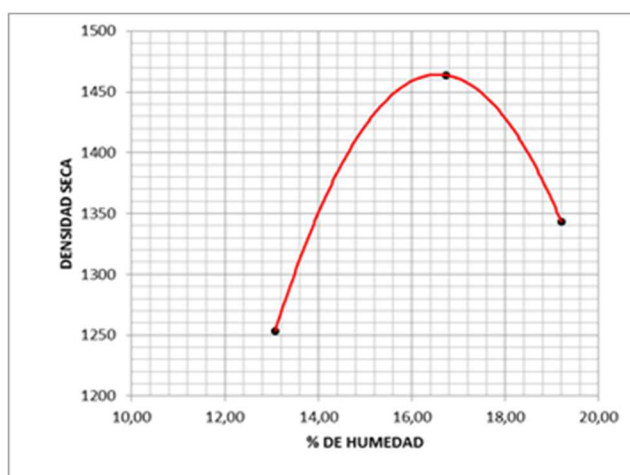
MUESTRA: 5 (Dm 2000.00)

TIPO DEL ENSAYO	Modificado (D=4"; 18"-4.5 Kg.; 5c-2)	MASA DEL CILINDRO (P7)	4143
# DE CAPAS	5	VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	903
# DE GOLPES POR CAPA	25	MASA DEL MARTILLO (lb.)	10
		ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	5423	5686	5589
MASA DE SUELO HÚMEDO	1280	1543	1446
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1417	1709	1601
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1254	1464	1343

Tabla nº 77: Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 5
Elaborado por: Los Autores

PUNTO #	1		2		3	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	3		6		9	
RECIPIENTE Nº TARA	h	d	r	n	r	z
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	152,63	145,68	175,23	185,62	135,24	134,36
TARA + SUELO SECO (GRS.)	138,56	131,98	154,23	163,21	118,56	117,52
PESO AGUA	14,07	13,70	21,00	22,41	16,68	16,84
PESO DE TARA	29,54	28,56	27,89	30,24	31,25	30,25
PESO SUELO SECO	109,02	103,42	126,34	132,97	87,31	87,27
CONT. DE AGUA %	12,91	13,25	16,62	16,85	19,10	19,30
CONT. PROM. AGUA %	13,08		16,74		19,20	

Tabla nº 78: Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 5
Elaborado por: Los Autores



Observaciones:
Normas de Referencia
ASTM D 698-91
ASTM D 1557-91
AASHTO T 99-94
AASHTO T 180-93

Gráfico nº 5: Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 5
Elaborado por: Los Autores

Por medio del presente grafico se obtiene como resultado que la Densidad máxima seca es 1464 kg/m³ y la humedad Optima 16.56% de la muestra 5.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

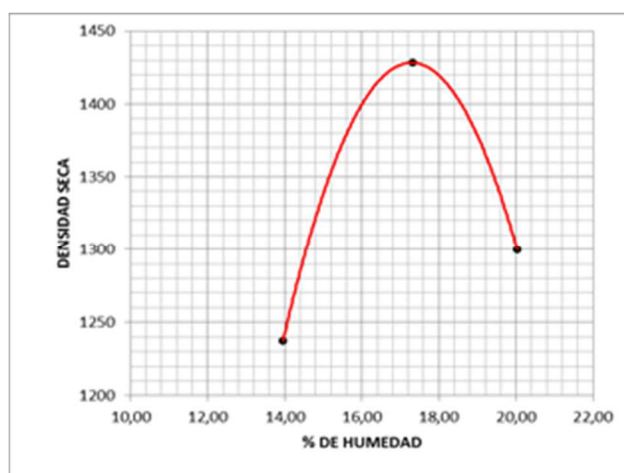
MUESTRA: 6 (Dm 2500.00)

TIPO DE ENSAYO	Modificado Ø=4"; 18" 4.5 Kg.; Sc-2	MASA DEL CILINDRO (P7)	4143
# DE CAPAS	5	VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	903
# DE GOLPES POR CAPA	25	MASA DEL MARTILLO (lb.)	10
		ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	5416	5656	5552
MASA DE SUELO HÚMEDO	1273	1513	1409
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1410	1676	1560
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1237	1428	1300

Tabla nº 79: Datos para la curva del ensayo de compactación de la muestra 6
Elaborado por: Los Autores

PUNTO #	1		2		3	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	3		6		9	
RECIPIENTE Nº TARA	h	d	r	n	r	z
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	145,68	152,36	159,65	264,12	163,12	175,23
TARA + SUELO SECO (GRS.)	131,16	136,98	140,23	228,95	142,13	151,23
PESO AGUA	14,52	15,38	19,42	35,17	20,99	24,00
PESO DE TARA	26,32	27,54	26,58	28,47	39,56	28,76
PESO SUELO SECO	104,84	109,44	113,65	200,48	102,57	122,47
CONT. DE AGUA %	13,85	14,05	17,09	17,54	20,46	19,60
CONT. PROM. AGUA %	13,95		17,32		20,03	

Tabla nº 80: Contenido de agua para el ensayo de compactación de la muestra 6
Elaborado por: Los Autores



Observaciones:
Normas de Referencia
ASTM D 698-91
ASTM D 1557-91
AASHTO T 99-94
AASHTO T 180-93

Gráfico nº 6: Resultado de relación Humedad – Densidad seca de la muestra 6
Elaborado por: Los Autores

Por medio del presente grafico se obtiene como resultado que la Densidad máxima seca es 1428 kg/m³ y la humedad Optima 17.29% de la muestra 6.



2.3.3.4 Ensayo de C.B.R

Consiste en comparar la presión necesaria para penetrar un pistón, en una muestra de suelo dada. El valor del CBR es la relación, expresada como un porcentaje, entre la presión necesaria para que el pistón penetre los primeros 2.5mm y la presión necesaria para obtener la misma penetración en el material, los valores que se presentan pueden ser muy variables y van desde 2% a 3% para arcillas plásticas hasta 70% en materiales granulares. (American Association of State Highway, & Transportation Officials, 1993)

Alcance

Este método, describe el procedimiento para determinar la relación de soporte de California CBR (California Bearing Ratio) del suelo, de subrasante, capas de base, Subbase y de afirmado. Este método se realiza normalmente sobre suelo preparado en laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad (Contenido óptimo de agua y densidad máxima).

Equipo

- Moldes.- Serán de forma cilíndrica, de metal, con un diámetro interior de (152.40 ± 0.66) mm (6.0 ± 0.026) in) y una altura de 177.80 ± 0.46 mm (7.0 ± 0.018) in), provistos de un collar de aproximadamente 50 mm (2.0 in) de altura y un plato de base perforado que deberá ajustarse a cualquier extremo del molde. Las perforaciones de la base no excederán de 1.6 mm



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- Disco espaciador.- Circular, hecho de metal de 150.8 ± 0.8 mm (6 15/16 $\pm$ 1/32 in) de diámetro, y 61.37 ± 0.25 mm (2.416 $\pm$ 0.01 in) de altura.
- Pisón.- Como los especificados en la norma AASHTO T 99 (compactación con Próctor estándar) o la norma AASHTO T-180 (compactación con Próctor modificado).
- Aparato para medir la expansión.- Compuesto de: Una placa de metal perforado de 149.2 ± 1.6 mm (5 7/8 $\pm$ 1/16 in), cuyas perforaciones sean de 1.6 mm (1/16 in) de diámetro. Esta placa estar 1.6 mm (1/16 in) de diámetro. Esta placa estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura.
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, montado y bien sujeto que lleve en el centro un dial (deformímetro). Cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión.
- Diales (deformímetro).- Dos diales: cada dial tendrá un recorrido de 25 mm (1 in), con una aproximación de 0.02 mm (0 001 in).
- Pesos de la sobrecarga.- Una o dos pesas anulares con una masa total de 4.54 ± 0.02 kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de 2.27 ± 0.04 kg (5 $\pm$ 0.10 lb). Las pesas anular y ranuradas deberán tener un diámetro de 149.2 ± 1.6 mm (5 7/8 $\pm$ 1/ 16 in) y un agujero de 54.0 mm (2 1/8 in).



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- Pistón de penetración.- Un pistón metal cilíndrico con un diámetro de 49.63 ± 0.13 mm (1.94 ± 0.005 in), área = 1935 mm² (3 in²) y una longitud no inferior a 102 mm (4 in).
- Dispositivo de carga.- Un aparato de compresión capaz de aplicar carga creciente uniforme a una proporción de 1.3 mm/min. (0.05 pulg/min), usando el pistón de penetración en el espécimen.
- Tanque de remojo.- Capaz de mantener el nivel del agua a 25 mm (1 in) sobre la parte superior de los moldes.
- Horno.- Termostáticamente controlado capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{F}$) para el secado de las muestras.
- Recipientes para contenido de humedad.- Como los especificados en la norma ASHTO T 265.
- Tamices.- Se utilizará los siguientes tamices: 4.75 mm (No. 4), 19.0 mm ($3/4$ in) y 50.0 mm (2 in).
- Material diverso.- Tal como: cucharas, regla, mezcladoras, papel filtro, balanza, etc.

Muestra de ensayo

Se procede como lo especifica la norma AASHTO T 99 o la norma AASHTO T 180 para compactación en un molde de 152.4 mm (6 in) excepto:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- Cuando más del 75% en peso de la muestra pase por el tamiz de 19.0 mm (3/4 in), se usa todo el material para preparar los especímenes en la compactación. El material que pase el tamiz de 2" y es retenido en el tamiz de 19.0 mm, sea superior a un 25% en peso, éste material se separa y se reemplaza por una cantidad igual de material que pasa por el tamiz de 19.0 mm y es retenido en el tamiz 4.75 mm (No 4).
- La relación de soporte del óptimo contenido de agua.- De una muestra que tenga una masa de 35 kg (75 lb) o más, seleccione una porción representativa de aproximadamente 11 kg (25 lb) para una prueba de humedad – densidad y divida el resto de la muestra para obtener tres porciones representativas que tengan una masa aproximada de 6.8 kg (15 lb) cada una.
- La relación de soporte para un rango de contenido de agua.- De una muestra que tiene una masa de 113 kg (250 lb) o más, seleccione al menos cinco porciones representativas que tengan una masa aproximada de 6.8 kg (15 lb) cada una, para el desarrollo de cada curva de compactación.

Procedimiento

- A. Relación de soporte del óptimo contenido de agua:
- B. Determine la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido (AASHTO T-99 o AASHTO T-180).



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- C. Determine la humedad natural del suelo como lo establece la norma AASHTO T-265. Conocida la humedad natural del suelo, se añadirá la cantidad de agua necesaria para llegar a la humedad óptima determinado con el método indicado en el ítem anterior.
- D. Normalmente, se debe compactar tres especímenes, para que sus densidades compactadas vayan desde 95 % (o más baja) a 100 % (o más alta) de la densidad seca máxima determinada.
- E. Empalme el molde a la base del plato, coloque el collar de extensión y pese con una aproximación de 5 g (0.01 lb).
- F. Inserte el disco espaciador dentro del molde y coloque un papel filtro en la parte superior del disco.
- G. Mezcle cada una de las tres porciones de 6.8 kg (15 lb) ya preparadas con suficiente agua para obtener el contenido de humedad óptimo mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de agua añadir} = \frac{H-h}{100+h} * 100$$

Donde:

H = humedad prefijada

h = humedad natural

- H. Compacte la primera porción en el molde, usando tres capas iguales y el pisón apropiado, si la densidad máxima fue determinada por la norma



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

AASHTO T 99, o cinco capas iguales si la densidad máxima fue determinada por la norma AASHTO T 180, para una altura total compactada de 125 mm, compactando cada capa con 65, 30 y 10 (AASHTO) o con 56, 25 y 10 (ASTM) con el más bajo número de golpes seleccionado para dar una densidad compactada de 950% o menos de la densidad máxima.

- I. Determine el contenido de humedad del material que está siendo compactado, al inicio y fin de la compactación (dos muestras). Cada muestra humedad tendrá una masa de por lo menos 100 g para suelos finos y 500 g para suelos granulares. La determinación del contenido de humedad será de acuerdo con la norma AASHTO T 265.
- J. Luego de la compactación, remueva el collar de extensión, y usando un enrasador recorte el suelo compactado en la parte superior del molde. Las irregularidades de la superficie deben ser rellenadas con material más pequeño.
- K. Quite el disco espaciador, ponga un papel filtro en el plato base perforado e invierta el molde, sujete el plato base perforado al molde y coloque el collar. Determine la masa del molde y el espécimen con una aproximación de 5 g (0.01 lb).
- L. Compacte las otras dos porciones de 6.8 kg (15 lb). Siguiendo el procedimiento descrito anteriormente, excepto por el número intermedio de golpes por capa que debe ser usado para compactar el segundo



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

espécimen y el número más alto de golpes por capa que debe ser usado para compactar el tercer espécimen.

Remojo

- A. Se coloca sobre la superficie de la muestra en el molde la placa perforada con vástago y sobre ésta los pesos anulares suficientes para originar una sobrecarga equivalente a la originada por las capas de materiales que van sobre el material que se está probando.
- B. Coloque el trípode con el dial encima del molde y haga una lectura de encerado antes de sumergirla.
- C. Sumerja el molde en agua.
- D. Coloque el trípode con el dial encima del molde y haga una lectura inicial (sumergido).
- E. Durante el remojo, mantener el nivel de agua aproximadamente 25 mm (1 in) sobre la parte superior del espécimen. Mantener el espécimen durante 96 horas (cuatro días).
- F. Al final de las 96 horas, haga una lectura del dial final del día en los especímenes sumergidos y la expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión como un porcentaje con respecto a la altura de la muestra del molde con la siguiente expresión:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

$$\% \text{ expansión} = \frac{\text{Cambio Longitud (mm) durante remojo}}{127 \text{ mm}} * 100$$

- G. Quite los moldes del tanque de remojo, vierta el agua retenida en la parte superior del mismo y se deja el molde durante 15 minutos, después quite los pesos de la sobrecarga y plato ranurado.
- H. Registra el peso del molde más suelo después de saturar.

Prueba de penetración

- ❖ La aplicación de sobrecarga.- Aplique una sobrecarga de pesas anulares igual a las usadas durante el remojo. Para prevenir el desplazamiento de materiales suaves dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, asiente el pistón de penetración con un peso de 44 N (10 lb) después de poner la primera sobrecarga en el espécimen.
- ❖ Pistón de asentamiento.- Coloque el pistón de penetración, aplique una carga de 44 N (1.0 lb) y ponga ambos diales, el de penetración y el de carga en cero.
- ❖ Aplicación de carga.- Aplique la carga sobre el pistón de penetración, con una velocidad de penetración uniforme de 1.3 mm (0.05 in) por minuto.
- ❖ Registre la carga cuando la penetración este en 0.64, 1.27, 1.91, 2.54, 3.81, 5.08 y 7.62 mm (0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.150, 0.200 y 0.300 in). Las lecturas de la carga a la penetración de 10.16 mm y 12.70 mm (0.400 y 0.500 in) pueden ser obtenidas si se desea.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- ❖ Finalmente, se desmonta el molde y tome de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración una muestra y otra en la parte inferior para determinar sus contenidos de humedad.

Cálculos

- ❖ Curva de deformaciones.- Trazar la curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toma los valores a 2.54 y 5.08 mm (0.1 y 0.2 in) de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente a ese punto cortará el eje de las abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para determinar las presiones correspondientes a 2.54 y 5.08 mm.
- ❖ Relación de soporte de California.- Los valores de carga corregidos se determina para cada espécimen a 2.54 mm y 5.08 mm (0.10 in y 0.20 in) de penetración. La relación de soporte de California son obtenidos en porcentaje, dividiendo los valores de carga corregidos a 2.54 mm y 5.08 mm (0.10 in y 0.20 in) para las cargas normales de 6.9 MPa y 10.3 MPa (1000 psi y 1500 psi), respectivamente, y multiplicando estas relaciones por 100.

$$CBR = \frac{\text{Valor de carga corregida}}{\text{carga normal}} * 100$$

El CBR es generalmente seleccionado a 2.54 mm (0.10 in) de penetración. Si la relación a 5.08 mm (0.20 in) de penetración es mayor a la penetración de 2.54



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

mm, la prueba será realizada otra vez. Si la prueba de chequeo da un resultado similar, a la relación a 5.08 mm (0.20 in) de penetración se usará ésta.

Diseño de CBR para un solo contenido de agua

Usando los datos obtenidos de los tres especímenes, trace la gráfica CBR vs. Densidad Seca. El diseño de CBR puede determinarse al porcentaje deseado de la densidad seca máxima, normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido.

Diseño de CBR para el rango de contenido de agua

Trace los datos de la prueba a los tres esfuerzos compactados. El trazado de los datos como los mostrados representan las respuestas del suelo sobre el rango del contenido de agua especificado. Seleccione el CBR para informar como el CBR más bajo dentro del rango de volumen del agua que tiene un peso unitario seco entre el mínimo especificado y el peso unitario seco producido por la compactación dentro de un rango de contenido de agua.

Se procede a realizar el respectivo ensayo a cada una de las muestras:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA



TAMIZANDO



COMPACTANDO



UBICANDO
ESPÉCIMEN CON EL



ESPÉCIMEN



TOMANDO LECTURA
DE PENETRACIÓN

Ilustración nº 18: Detalle fotográfico de los ensayos de CBR

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

MUESTRA: 1 (Dm 000.00)

Molde Nº	3		16		18	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11035	12050	10889	11845	11602	11873
Peso del molde Gr	7113	8215	7089	8256	7958	8562
Peso muestra húmeda Gr.	3922	3835	3800	3589	3644	3311
Volumen de la muestra cm.3	2327	2327	2319	2319	2292	2292
Densidad húmeda kg/m.3	1685	1648	1639	1548	1590	1445
Densidad seca kg/m.3	1451	1397	1408	1302	1364	1197

Tabla nº 81: Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra 16

Elaborado por: Los Autores

Tarro Nº	g	l	g	y	m	d
P. muestra húmeda + tarro Gr.	145,62	135,62	124,58	134,89	136,24	134,23
P. muestra seca + tarro Gr.	129,02	119,25	111,23	117,98	117,25	116,25
Peso agua Gr.	16,60	16,37	13,35	16,91	18,99	17,98
Peso tarro Gr.	26,35	28,23	29,56	28,46	2,54	29,32
Peso muestra seca Gr.	102,67	91,02	81,67	89,52	114,71	86,93
Contenido de humedad %	16,17	17,99	16,35	18,89	16,55	20,68
Contenido promedio de h. %	17,08		17,62		18,62	
Agua absorbida %	1,82		2,54		4,13	

Tabla nº 82: Detalle del contenido de agua de la muestra 1

Elaborado por: Los Autores

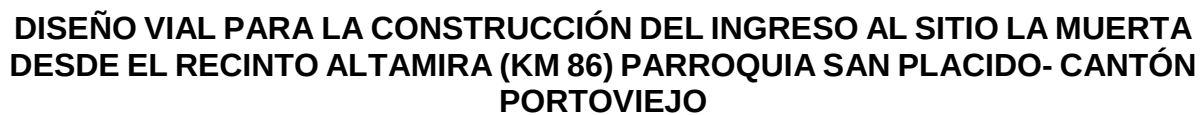
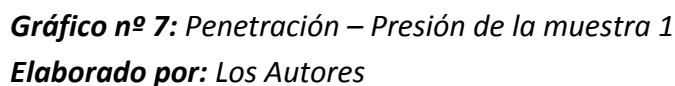


Tabla nº 83: Lectura de Esponjamiento y Dial de Penetración de la muestra 1
Elaborado por: Los Autores





DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

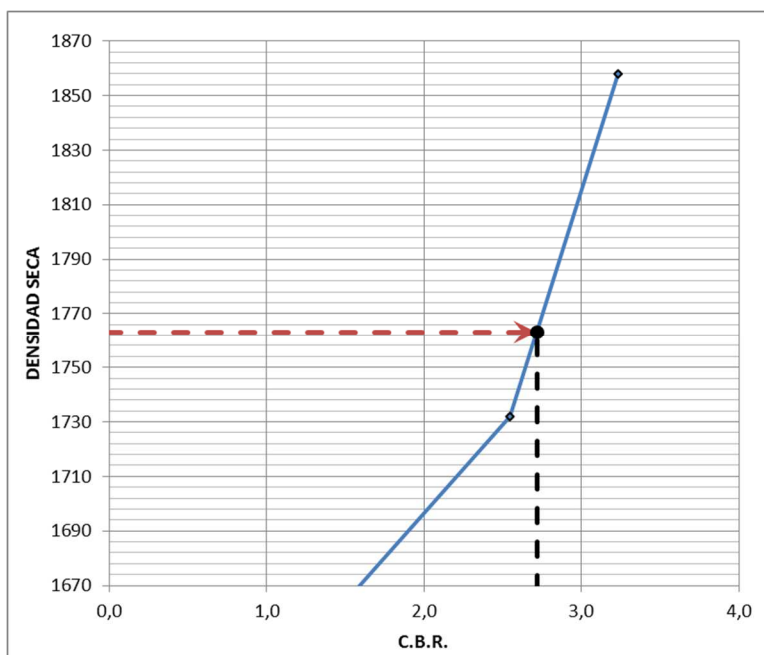


Gráfico nº 8: Resultado de CBR de la muestra 1

Elaborado por: Los Autores

El valor del C.B.R. de la muestra 1 en la abscisa Dm 000.00 es de **2.72%** al 90 % de su densidad máxima.

MUESTRA: 2 (Dm 500.00)

Molde Nº	3		16		18	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11045	12065	10895	11856	11642	11885
Peso del molde Gr	7113	8215	7089	8256	7958	8562
Peso muestra húmeda Gr.	3932	3850	3806	3600	3684	3323
Volumen de la muestra cm.3	2327	2327	2319	2319	2292	2292
Densidad húmeda kg/m.3	1690	1654	1641	1552	1607	1450
Densidad seca kg/m.3	1433	1390	1398	1281	1366	1177

Tabla nº 84: Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra 2

Elaborado por: Los Autores



Tarro N°	P	O	G	L	WS	Ñ
P. muestra húmeda + tarro Gr.	147,99	132,32	162,73	154,7	148,00	170,31
P. muestra seca + tarro Gr.	130,25	115,26	143,26	133,24	130,59	144,25
Peso agua Gr.	17,74	17,06	19,47	21,46	17,41	26,06
Peso tarro Gr.	31,36	25,47	31,60	31,92	31,93	31,89
Peso muestra seca Gr.	98,89	89,79	111,66	101,32	98,66	112,36
Contenido de humedad %	17,94	19,00	17,44	21,18	17,65	23,19
Contenido promedio de h. %	18,47		19,31		20,42	
Agua absorbida %	1,06		3,74		5,55	

Elaborado por: Los Autores

Tabla nº 86: Lectura de Esponjamiento y Dial de Penetración de la muestra 2

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

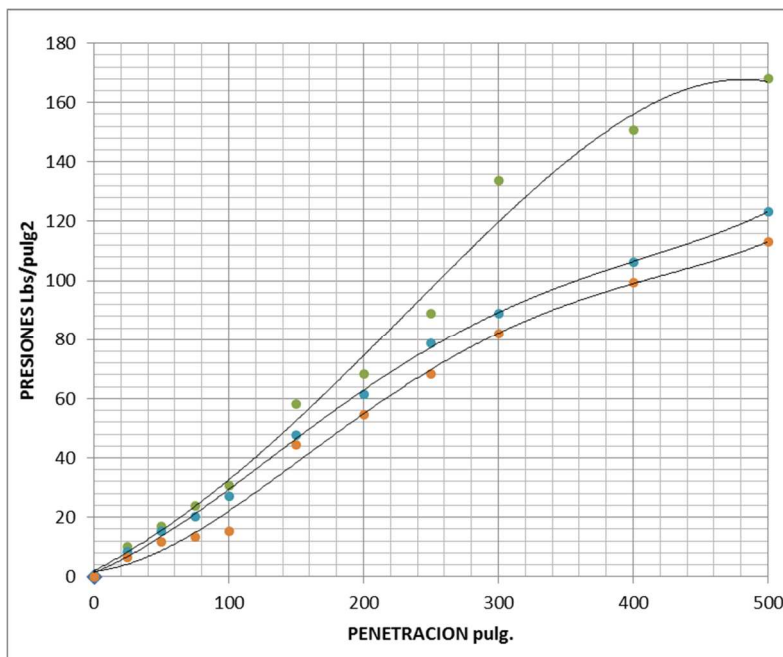


Gráfico nº 9: Penetración – Presión de la muestra 2

Elaborado por: Los Autores

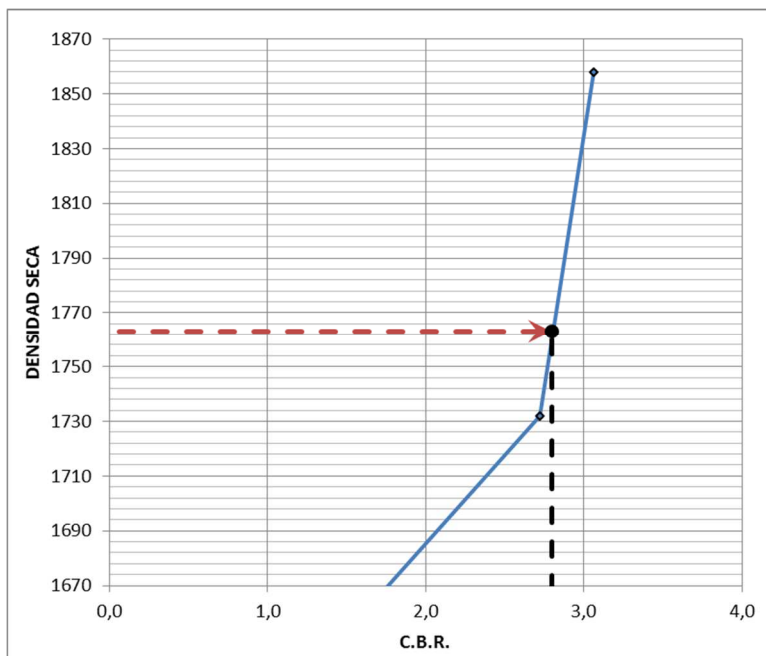


Gráfico nº 10: Resultado de CBR de la muestra 2

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

El valor del C.B.R. de la muestra 2 en la abscisa Dm 500.00 es de **2.80%** al 90 % de su densidad máxima.

MUESTRA: 3 (Dm 1000.00)

Molde Nº	3		16		18	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11356	12252	11056	12041	11720	11885
Peso del molde Gr	7113	8215	7089	8256	7958	8562
Peso muestra húmeda Gr.	4243	4037	3967	3785	3762	3323
Volumen de la muestra cm.3	2327	2327	2319	2319	2292	2292
Densidad húmeda kg/m.3	1823	1735	1711	1632	1641	1450
Densidad seca kg/m.3	1594	1482	1496	1362	1428	1176

Tabla nº 87: Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra 3

Elaborado por: Los Autores

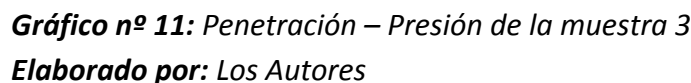
Tarro Nº	v	m	n	l	p	a
P. muestra húmeda + tarro Gr.	149,56	134,26	156,24	134,69	138,36	157,59
P. muestra seca + tarro Gr.	134,56	118,56	140,25	117,25	124,25	133,56
Peso agua Gr.	15,00	15,70	15,99	17,44	14,11	24,03
Peso tarro Gr.	30,25	26,58	28,65	29,45	29,62	30,14
Peso muestra seca Gr.	104,31	91,98	111,60	87,80	94,63	103,42
Contenido de humedad %	14,38	17,07	14,33	19,86	14,91	23,24
Contenido promedio de h. %	15,72		17,10		19,07	
Agua absorbida %	2,69		5,54		8,32	

Tabla nº 88: Detalle del contenido de agua de la muestra 3

Elaborado por: Los Autores

[illegible]

Gráfico nº 11: Penetración – Presión de la muestra 3
Elaborado por: Los Autores





DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

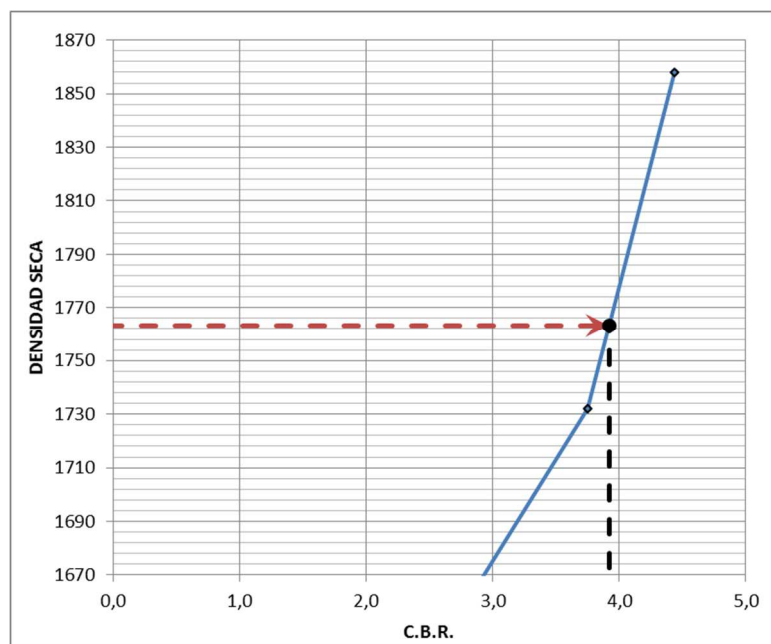


Gráfico nº 12: Resultado de CBR de la muestra 3

Elaborado por: Los Autores

El valor del C.B.R. de la muestra 3 en la abscisa Dm 1000.00 es de **3.92%** al 90 % de su densidad máxima.

MUESTRA: 4 (Dm 1500.00)

Molde Nº	3		16		18	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11356	12252	11056	12041	11720	11885
Peso del molde Gr	7113	8215	7089	8256	7958	8562
Peso muestra húmeda Gr.	4243	4037	3967	3785	3762	3323
Volumen de la muestra cm.3	2327	2327	2319	2319	2292	2292
Densidad húmeda kg/m.3	1823	1735	1711	1632	1641	1450
Densidad seca kg/m.3	1546	1441	1457	1347	1395	1187

Tabla nº 90: Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra

4

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Tarro Nº	P	O	G	L	WS	Ñ
P. muestra húmeda + tarro Gr.	147,99	132,32	162,73	154,7	148,00	170,31
P. muestra seca + tarro Gr.	130,25	114,23	143,26	133,24	130,59	145,26
Peso agua Gr.	17,74	18,09	19,47	21,46	17,41	25,05
Peso tarro Gr.	31,36	25,47	31,60	31,92	31,93	31,89
Peso muestra seca Gr.	98,89	88,76	111,66	101,32	98,66	113,37
Contenido de humedad %	17,94	20,38	17,44	21,18	17,65	22,10
Contenido promedio de h. %	19,16		19,31		19,87	
Agua absorbida %	2,44		3,74		4,45	

Tabla nº 91: Detalle del contenido de agua de la muestra 4

Elaborado por: Los Autores

Dia y Mes	Hora	Tiempo Transcurrido Días	MOLDENº 1			Dia y Mes	Hora	Tiempo Transcurrido Días	MOLDENº 2			Dia y Mes	Hora	Tiempo Transcurrido Días	MOLDENº 3		
			Lectura Dial Pulg.	Altura Muestra Pulg.	Esponjamiento %				Lectura Dial Pulg.	Altura Muestra Pulg.	Esponjamiento %				Lectura Dial Pulg.	Altura Muestra Pulg.	Esponjamiento %
			0	0	0				0	0	0,00				0	0	0,00
			41	0,41	0,32				55	0,55	0,43				82	0,82	0,65
			59	0,59	0,46				64	0,64	0,50				97	0,97	0,76
			61	0,61	0,48				69	0,69	0,54				109	1,09	0,86
Constante de anillo de deformación $\frac{10,3}{3} (LD) + 9,49600$																	
Seg.	Min.	Penetrac. Pulgadas	MOLDENº 1					MOLDENº 2					MOLDENº 3				
			Carga		Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones
			Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²		Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²		Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²
		0	0		0				0		0				0		0
		25	3		13				2		10				1		7
		50	5		20				4		17				2		10
		75	7		27				6		24				3		13
		100	9		34		3,4		8		31		3,1		4		17
		150	12		44				11		41				6		24
		200	15		55				14		51				8		31
		250	18		65				17		62				10		37
		300	20		72				19		68				17		62
		400	25		89				23		82				21		75
		500	31		110				30		106				27		96

Tabla nº 92: Lectura de Esponjamiento y Dial de Penetración de la muestra 4

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

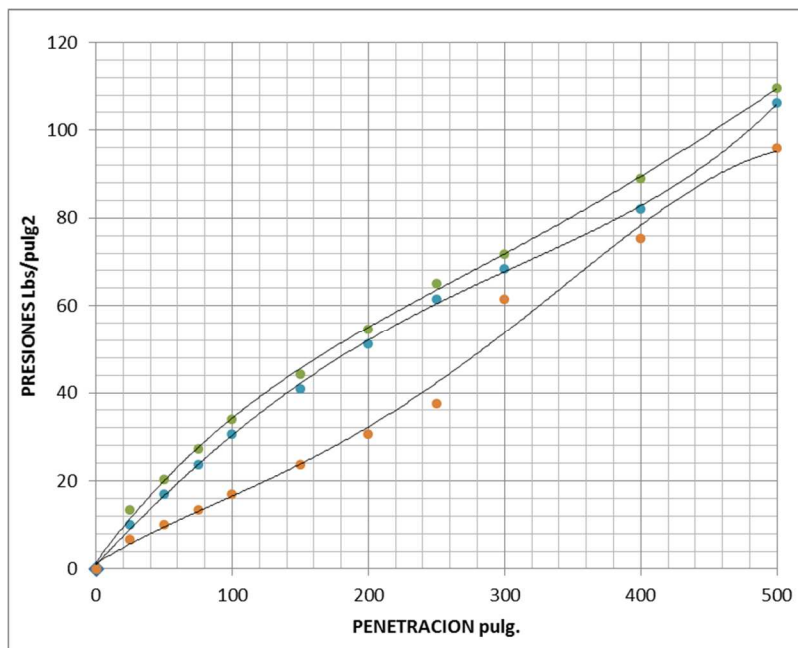


Gráfico nº 13: Penetración – Presión de la muestra 4

Elaborado por: Los Autores

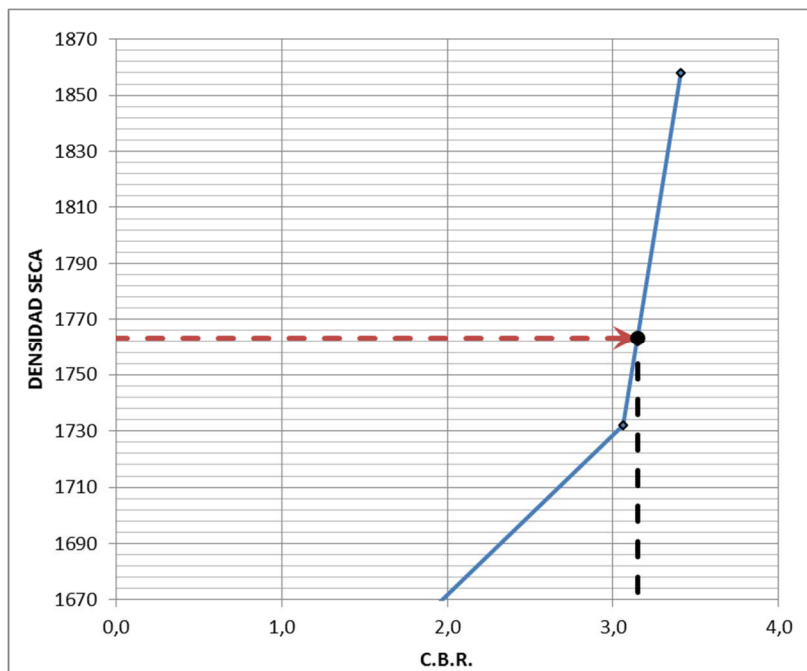


Gráfico nº 14: Resultado de CBR de la muestra 4

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

El valor del C.B.R. de la muestra 3 en la abscisa Dm 1500.00 es de **3.15%** al 90 % de su densidad máxima.

MUESTRA: 5 (Dm 2000.00)

Molde Nº	3		16		18	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11045	12065	10895	11856	11642	11885
Peso del molde Gr	7113	8215	7089	8256	7958	8562
Peso muestra húmeda Gr.	3932	3850	3806	3600	3684	3323
Volumen de la muestra cm.3	2327	2327	2319	2319	2292	2292
Densidad húmeda kg/m.3	1690	1654	1641	1552	1607	1450
Densidad seca kg/m.3	1453	1387	1412	1278	1385	1165

Tabla nº 93: Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra 5

Elaborado por: Los Autores

Tarro Nº	P	O	G	L	WS	Ñ
P. muestra húmeda + tarro Gr.	152,36	164,27	259,54	255,34	254,23	258,56
P. muestra seca + tarro Gr.	135,02	142,36	227,56	215,36	223,21	213,56
Peso agua Gr.	17,34	21,91	31,98	39,98	31,02	45,00
Peso tarro Gr.	28,56	28,64	30,25	29,56	30,25	29,85
Peso muestra seca Gr.	106,46	113,72	197,31	185,80	192,96	183,71
Contenido de humedad %	16,29	19,27	16,21	21,52	16,08	24,50
Contenido promedio de h. %	17,78		18,86		20,29	
Agua absorbida %	2,98		5,31		8,42	

Tabla nº 94: Detalle del contenido de agua de la muestra 5

Elaborado por: Los Autores

ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

[illegible]

Tabla nº 95: Lectura de Esponjamiento y Dial de Penetración de la muestra 5
Elaborado por: Los Autores

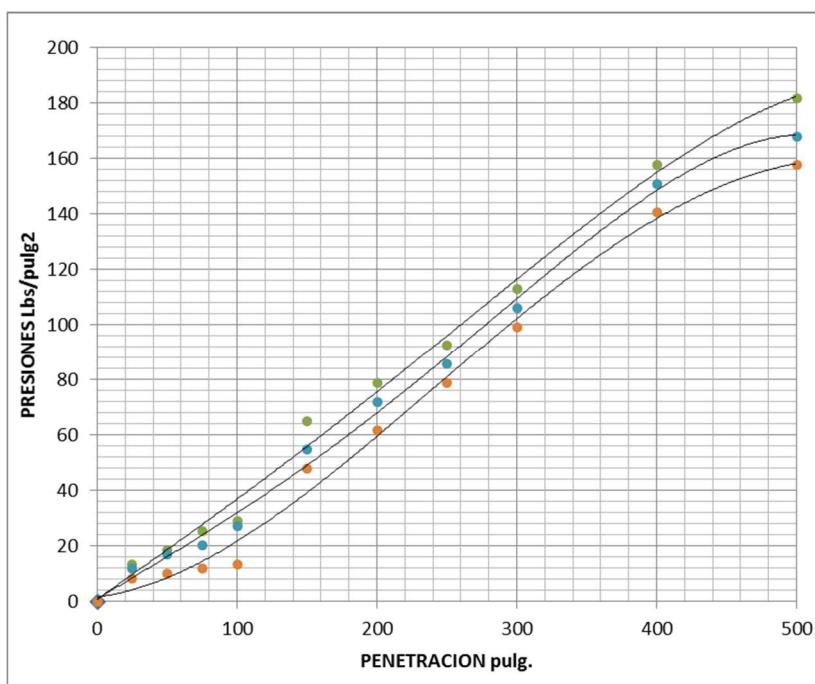


Gráfico nº 15: Penetración – Presión de la muestra 5
Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

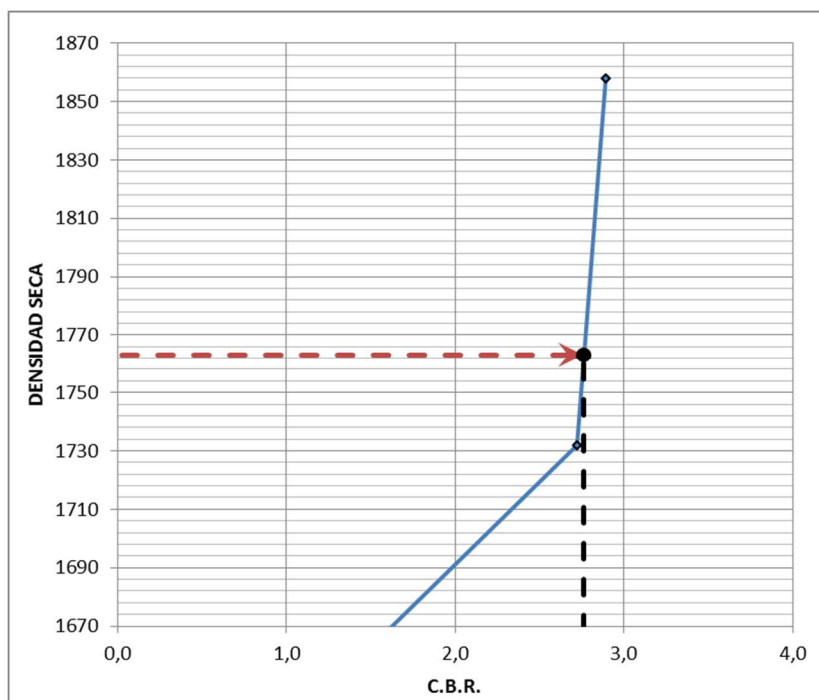


Gráfico nº 16: Resultado de CBR de la muestra 5

Elaborado por: Los Autores

El valor del C.B.R. de la muestra 3 en la abscisa Dm 2000.00 es de **2.76%** al 90 % de su densidad máxima.

MUESTRA: 6 (Dm 2500.00)

Molde Nº	3		16		18	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11125	11956	10756	11712	11456	11852
Peso del molde Gr	7113	8215	7089	8256	7958	8562
Peso muestra húmeda Gr.	4012	3741	3667	3456	3498	3290
Volumen de la muestra cm.3	2327	2327	2319	2319	2292	2292
Densidad húmeda kg/m.3	1724	1608	1581	1490	1526	1435
Densidad seca kg/m.3	1462	1350	1346	1230	1304	1154

Tabla nº 96: Detalle peso de material antes y después del remojo de la muestra 6

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Tarro Nº		P	O	G	L	WS	Ñ
P. muestra húmeda + tarro	Gr.	154,23	162,23	258,45	252,31	251,00	232,25
P. muestra seca + tarro	Gr.	134,98	140,56	224,56	213,56	218,56	192,36
Peso agua	Gr.	19,25	21,67	33,89	38,75	32,44	39,89
Peso tarro	Gr.	27,56	27,21	30,89	30,12	28,56	28,65
Peso muestra seca	Gr.	107,42	113,35	193,67	183,44	190,00	163,71
Contenido de humedad	%	17,92	19,12	17,50	21,12	17,07	24,37
Contenido promedio de h.	%	18,52		19,31		20,72	
Agua absorbida	%	1,20		3,63		7,29	

Tabla nº 97: Detalle del contenido de agua de la muestra 6

Elaborado por: Los Autores

Dia y Mes	Hora	Tiempo Transcurrido Dias	MOLDE Nº 1			Dia y Mes	Hora	Tiempo Transcurrido Dias	MOLDE Nº 2			Dia y Mes	Hora	Tiempo Transcurrido Dias	MOLDE Nº 3		
			Lectura Dial Pulg.	Altura Muestra Pulg.	Esponjamiento %				Lectura Dial Pulg.	Altura Muestra Pulg.	Esponjamiento %				Lectura Dial Pulg.	Altura Muestra Pulg.	Esponjamiento %
			0	0	0				0	0	0,00				0	0	0,00
			38	0,38	0,30				55	0,55	0,43				80	0,8	0,63
			53	0,53	0,42				69	0,69	0,54				94	0,94	0,74
			65	0,65	0,51				74	0,74	0,58				108	1,08	0,85
Constante de anillo de deformación $\frac{10,3}{3} (LD) + 9,49600$																	
TIEMPO		Penetrac. Dial	MOLDE Nº 1					MOLDE Nº 2					MOLDE Nº 3				
Seg.	Min.		Carga	Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga	Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga	Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.
			Dial	Lbs.	Lbs/Pulg ²	Lbs/Pulg ²	Lbs/Pulg ²	Dial	Lbs.	Lbs/Pulg ²	Lbs/Pulg ²	Lbs/Pulg ²	Dial	Lbs.	Lbs/Pulg ²	Lbs/Pulg ²	Lbs/Pulg ²
		0	0		0			0		0			0		0		
		25	2,5		12			2,0		10			1		7		
		50	3,0		13			2,5		12			1,5		8		
		75	4,5		19			4,0		17			2		10		
		100	5,5		22		2,2	5,0		20		2,0	3		13		1,3
		150	19		68			17		62			15		55		
		200	23		82			20		72			18		65		
		250	30		106			26		92			23		82		
		300	35		123			32		113			27		96		
		400	46		161			41		144			36		127		
		500	55		192			52		182			47		165		

Tabla nº 98: Lectura de Esponjamiento y Dial de Penetración de la muestra 6

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

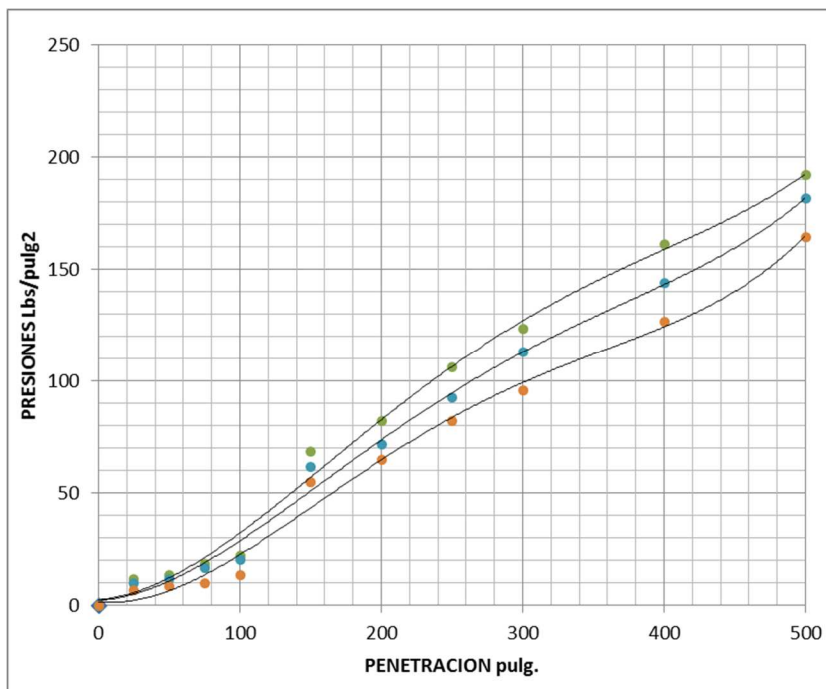


Gráfico nº 17: Penetración – Presión de la muestra 6

Elaborado por: Los Autores

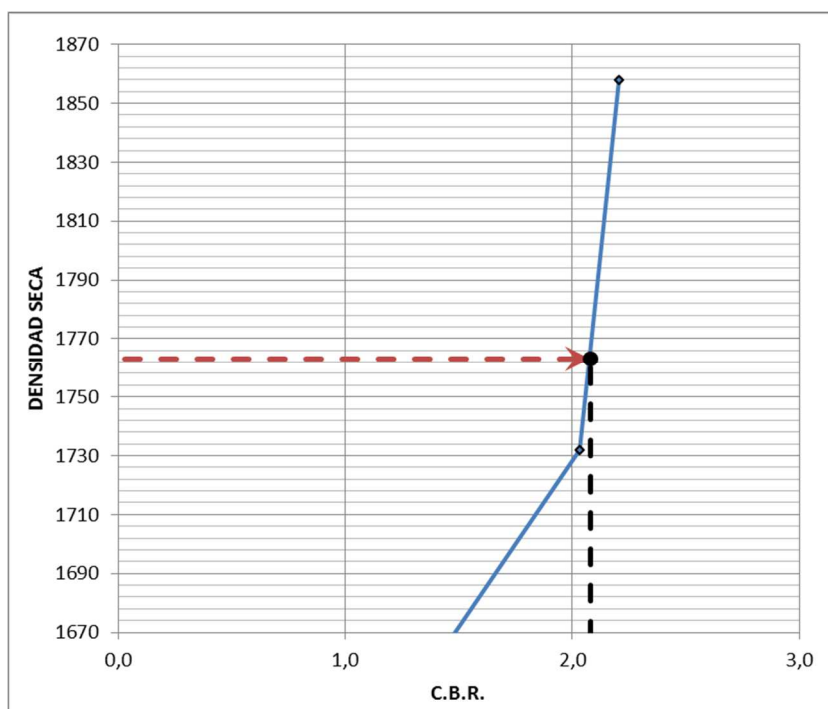


Gráfico nº 18: Resultado de CBR de la muestra 6

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

El valor del C.B.R. de la muestra 3 en la abscisa Dm 2500.00 es de **2.08%** al 90 % de su densidad máxima.

2.4 Consideraciones para Diseño de pavimento

Para diseñar un pavimento hay que considerar los siguientes:

- I. **El tránsito.-** Interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje esperadas en el carril de diseño durante el periodo de diseño adoptado. La repetición de las cargas del tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo.
- II. **La subrasante.-** De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, se éste flexible o rígido. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (hinchamiento-retracción).
- III. **El clima.-** Los factores que en nuestro país más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura. Las lluvias por su acción directa en la elevación del nivel freático influyen en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante.
- IV. **Los materiales disponibles.-** Los materiales disponibles son determinantes para la selección de la estructura de pavimento más adecuada, técnica y económica. Por una parte, se consideran los agregados disponibles en



canteras y depósitos aluviales del área. Además de la calidad requerida, en la que se incluye la deseada homogeneidad, hay que atender al volumen disponible aprovechable, a las facilidades de explotación y al precio, condicionado en buena medida por la distancia de acarreo. (Montejo, 2006)

2.4.1 Tipo de pavimento

En el entorno de la ingeniería civil los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos rígidos. En algunos casos pueden existir soluciones intermedias las cuales se les ha llamado pavimentos semirrígidos o combinados. (Llvisaca, 2014)

2.4.1.1 Pavimentos flexibles

Este tipo de pavimento está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra (Montejo, 2006). En la siguiente ilustración se muestra un corte típico de un pavimento flexible:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

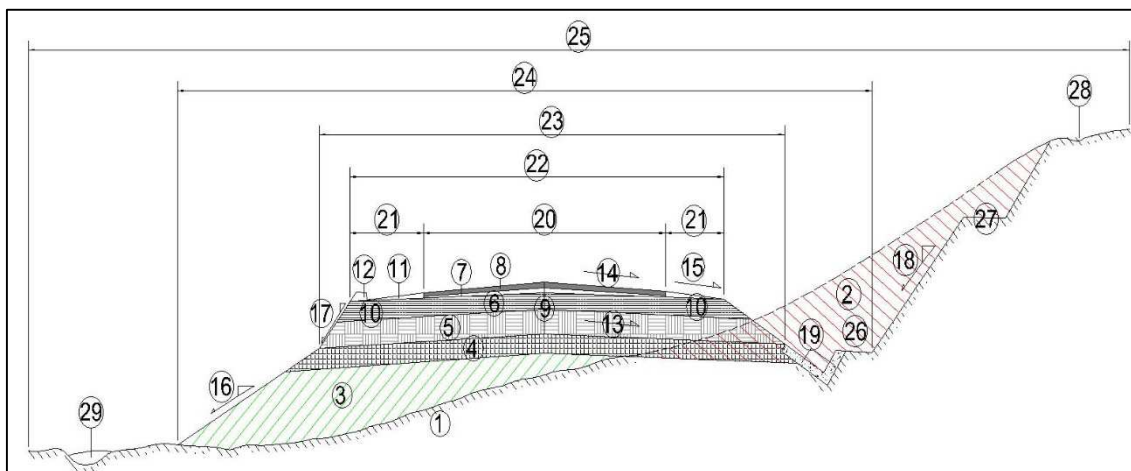


Ilustración nº 19: Sección Típica de un pavimento flexible

Fuente: (Montejo, 2006, pág. 3)

1.	Terreno natural	17.	Talud del pavimento
2.	Excavación o corte	18.	Talud de corte
3.	Terraplén	19.	Taludes de la cuneta
4.	Sub-rasante mejorada	20.	Ancho de la calzada
5.	Sub-base	21.	Ancho de la berma
6.	Base	22.	Ancho de la corona
7.	Base asfáltica	23.	Ancho de la sub-rasante
8.	Capa de rodadura	24.	Ancho útil de explanación
9.	Estructura del pavimento	25.	Derecho de zona
10.	Berma	26.	Sobre banqueo
11.	Capa de protección de la berma	27.	Terraza
12.	Bordillo	28.	Canal o zanja de coronación
13.	Pendiente transversal de la sub-rasante	29.	Zanja de drenaje (avenamiento).
14.	Pendiente transversal de la calzada		
15.	Pendiente transversal de la berma		
16.	Talud del terraplén		



2.4.1.2 Pavimento Rígido

Son aquellos que fundamentalmente están constituido por losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la sub-rasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual por lo general se opta por sub-base del pavimento rígido.

(Montejo, 2006)

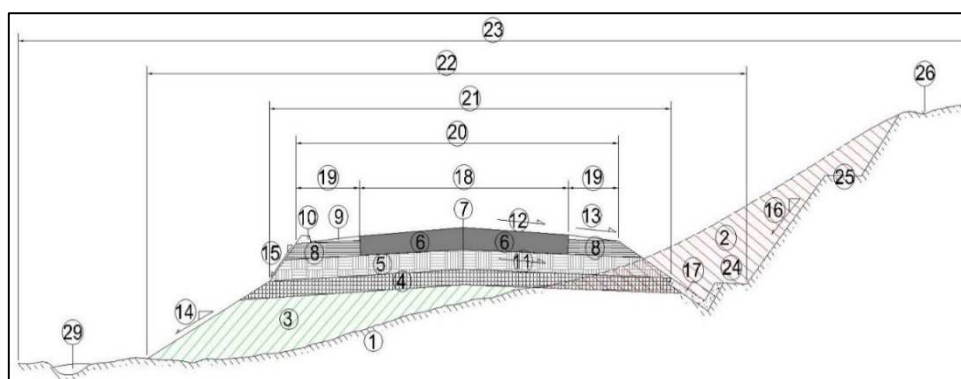


Ilustración nº 20: Sección típica de un pavimento rígido

Fuente: (Montejo, 2006, pág. 6)

1	Terreno natural	17	Taludes de la cuneta
2	Excavación o corte	18	Ancho de la calzada
3	Terraplén	19	Ancho de la berma
4	Sub-rasante mejorada	20	Ancho de la corona
5	Sub-base	21	Ancho de la sub-rasante
6	Losas de concreto hidráulico	22	Ancho útil de explanación
7	Junta longitudinal	23	Derecho de zona
8	Berma	24	Sobrebanqueo
9	Capa de protección de la berma	25	Terraza
10	Bordillo	26	Canal o zanja de coronación
11	Pendiente transversal de la sub-rasante	27	Zanja de drenaje (avenamiento).
12	Pendiente transversal de la calzada		
13	Pendiente transversal de la berma		
14	Talud del terraplén		
15	Talud del pavimento		
16	Talud de corte		



2.4.2 Identificación de materiales para las capas del pavimento

Los materiales necesarios para este trabajo pueden ser explotados en fuentes fuera de los límites del proyecto, o pueden provenir de la excavación de la plataforma del camino. Los áridos no necesitan ser tratados, pero se los tamizará para separar las partículas gruesas que salgan de los límites granulométricos.

Los agregados gruesos consistirán de partículas resistentes y durables que tengan un porcentaje de desgaste a la abrasión de 50% como máximo. Las partículas finas consistirán de una mezcla de arena y arcilla o limo, y no deberán contener material vegetal; el índice de plasticidad de la fracción que pasa el tamiz N°40 será como máximo de 9 y su límite líquido no será mayor de 3; la fracción que pasa el tamiz N°200 no deberá ser mayor que las dos terceras partes de la fracción que pasa el tamiz N°40. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

2.4.2.1 Sub-Base.

Este trabajo consistirá en la provisión, mezclado, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado del material de sub-base granular compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificaciones en la Sección 816 Sub-bases de áridos. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse y al tipo de pavimento del cual forman parte. 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% (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013). Las especificaciones que deben cumplir los agregados se especifican en la presente tabla:

TAMIZ		SUBBASE CLASE 1		SUBBASE CLASE 2		SUBBASE CLASE 3	
		Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
3"	76,2 mm						100
2"	50,4 mm				100		
1 1/2"	38,1 mm		100	70	100		
N° 4	4,75 mm	30	70	30	70	30	70
N° 40	0,425 mm	10	35	15	40		
N° 200	0,075 mm	0	15	0	20	0	20

Tabla nº 99: Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Sub-base

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 341)

2.4.2.2 Base

Este trabajo consiste en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribado, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se coloca sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendiente y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales, en concordancia con el tipo de vía y su utilización. A continuación se incluye en un cuadro con las recomendaciones para el uso de los diferentes tipos de material de base. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

MATERIAL MODIFICADO	TIPO DE CARRETERA	Nº CARRILES	TPDA
BASE CLASE 1	Para uso principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de tráfico	8 a 12	>50.000
BASE CLASE 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3,65. Se incluye franja central desde 2 a 4m	2 a 6	8.000 50.000
BASE CLASE 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel tráfico	2 a 4	1.000 8.000
BASE CLASE 4	Caminos Vecinales	2	<1.000

Tabla nº 100: Recomendaciones para uso de material de base

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 372)

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%. En el diseño de la vía del presente documento se utilizará la Base Clase 4 en las cuales sus especificaciones se presentan a continuación:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

TAMIZ		BASE CLASE 4	
		MÍN	MÁX
2"	50 mm		100
1"	25 mm	60	90
Nº 4	4,75 mm	20	50
Nº 200	0,075 mm	0	15

Tabla nº 101: Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Base Clase 4

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 374)

2.4.2.3 Carpeta Asfáltica

Este trabajo consiste en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente, y construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

2.4.3 La Subrasante

De acuerdo a los resultados de los ensayos de granulometría se puede definir que el suelo es de grupo A-7-5 según la clasificación AASHTO, donde califican al tipo de terreno como regular malo. A continuación se muestra los valores de los ensayos de CBR obtenidos:

Abscisa	Valor de CBR (%)
Dm 000,00	2,72
Dm 500,00	2,80
Dm 1000,00	3,92
Dm 1500,00	3,15
Dm 2000,00	2,76
Dm 2500,00	2,08

Tabla nº 102: Resultado de valores de CBR (%) obtenidos

Elaborado por: Los Autores



2.4.4 Cargas de tránsito

El tránsito es un factor esencial para el diseño de pavimentos, lo cual hace necesario determinar los efectos que producen las cargas de los vehículos sobre el pavimento. Para poder evaluar estos efectos sobre el pavimento es un proceso complejo debido a que el tránsito es muy mezclado:

- Diferentes tipos de vehículos
- Diferentes magnitudes de carga por eje
- Diferentes configuraciones de ejes
- Diferentes presiones de contacto neumático-pavimento
- Diferente velocidad vehicular

2.4.4.1 Tipos de vehículos

Estos pueden ser liviano, mediano o pesado.

Vehículo liviano.- Es aquel vehículo automotor tipo automóvil o derivado de éste, diseñado para transportar hasta 12 pasajeros.

Vehículo mediano.- Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto vehicular es menor o igual a 3.860 kg, cuyo peso neto vehicular es menor o igual a 2.724 kg y cuya área frontal no exceda de 4,18 m². Este vehículo debe estar diseñado para:

- Transportar carga o para convertirse en un derivado de vehículos de este tipo.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- Transportar más de 12 pasajeros.
- Ser utilizado u operado fuera de carreteras o autopistas y contar para ello con características especiales.

Vehículo pesado.- Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto del vehículo sea superior a 3.860 kg, o cuyo peso neto del vehículo sea superior a 2.724 kg, o cuya área frontal excede de 4,18 m².

Tomado de: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2002)

2.4.4.2 Diferentes magnitudes de carga por eje

En Ecuador, existe un cuadro demostrativo de pesos y dimensiones máximas permitidas dependiendo del tipo del vehículo, en la cual se la puede encontrar en la Tabla 2A. 106-02 del volumen 2A de la norma. (NEVI 12, 2013, págs. 39,40)

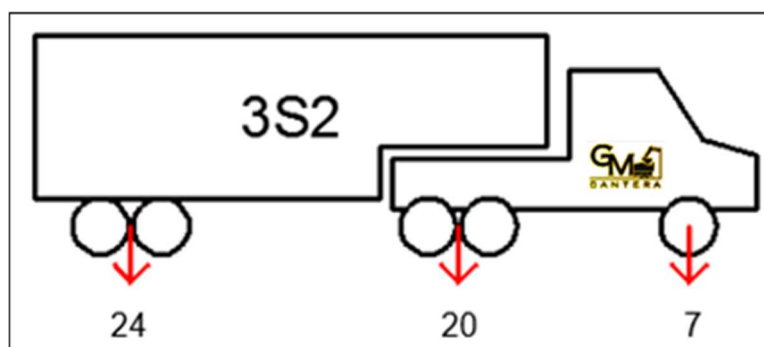


Ilustración nº 21: Detalle magnitudes de carga por eje

Elaborado por: Los Autores



2.4.4.3 Configuraciones de ejes

El espesor del pavimento es determinado por medio de la carga de una rueda simple. Si existen cargas de ejes con ruedas múltiples sobre el pavimento se debe convertir a una carga de una llanta por medio del factor (ESWL), de tal manera el método de diseño sea aplicable.

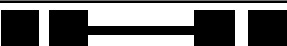
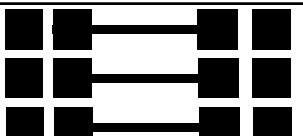
	RUEDA SIMPLE	EJE SENCILLO
	RUEDA DOBLE	
	RUEDA DOBLE	EJE TÁNDEM
	RUEDA DOBLE	EJE TRÍDEM

Tabla nº 103: Configuraciones de Ejes convencionales

Elaborado por: Los Autores

2.4.4.4 Presiones de contacto

En los pavimentos asfálticos, el efecto de la presión de contacto es particularmente importante en la parte superior de la estructura, aunque no afecta el espesor total requerido de pavimento. Cuando las presiones de inflado y de contacto son altas, se requieren materiales de mejor calidad en las capas asfálticas. (Sanchez, 2015)



2.4.4.5 Velocidad Vehicular

La velocidad vehicular es inversamente proporcional al tiempo de aplicación de la carga sobre la superficie del pavimento. Los materiales de las diferentes capas de un pavimento presentan un mayor módulo de elasticidad a menor tiempo de aplicación de la carga. Por lo tanto, las magnitudes de las deformaciones en el pavimento se reducen al incrementarse la velocidad. (Sanchez, 2015)

2.4.5 Tránsito promedio diario anual (TPDA)

Se abrevia con las letras TPDA y es el volumen de transito durante un período de tiempo, dividido por el número de días del periodo (365 días). Para el diseño de una carretera nueva, los valores de TPDA son proporcionados por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (Ver Tabla Clasificación funcional de las vías en base al TPDA). Dependiendo de características socioeconómicas semejantes, se establece como base para el cálculo valores que estén conforme con la realidad y uso.

2.4.6 Distribución vehicular por dirección

En ciertos períodos cortos de tiempo, el tránsito que circula en una vía no es siempre el mismo en ambos sentidos. Por lo general los mayores flujos de tránsito se dan en un sentido por la mañana y por la tarde pero en el sentido contrario.



2.4.7 Distribución vehicular por carriles

Es conveniente tener en cuenta que para efectos del dimensionamiento de un pavimento interesa solamente el transito que pasa por un carril, al que se denomina carril de diseño, que es aquel por el cual se espera que circulen el mayor volumen de vehículos pesados (Montejo, 2006). Y para su determinación deben utilizarse los siguientes valores:

NÚMERO DE CARRILES	PORCENTAJE DE VEHÍCULOS PESADOS EN EL CARRIL DE DISEÑO
2	50
4	45
6 o más	40

Tabla nº 104: *Tabla de repartición de tránsito*

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 82)

2.4.8 Distribución vehicular por tipo de vehículo

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas considera varios tipos de vehículos de diseño, más o menos equivalentes a los de la AASHTO y se detalla a continuación:

- **Vehículo liviano (A)**, A1 usualmente para motocicletas, A2 para automóviles.
- **Buses y busetas (B)**, que sirven para transportar pasajeros en forma masiva.



- **Camiones (C)**, para el transporte de carga, que pueden ser de dos ejes (C-1), camiones o tracto-camiones de tres ejes (C-2) y también de cuatro, cinco o más ejes (C-3).
- **Remolques (R)**, con uno o dos ejes verticales de giro y una unidad completamente remolcada, tipo tráiler o tipo Dolly. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

2.4.9 Crecimiento vehicular

Con el fin de calcular la cantidad acumulada de vehículos que transitarán en el período de análisis se requiere conocer las tasas de crecimiento en función del TPDA.

2.4.10 Método para diseño de pavimento a utilizar

El método de diseño a utilizarse en el presente documento es el Método AASHTO-93 para pavimentos flexibles, debido a que tiene mejor comportamiento en sectores rurales.

Método AASHTO-93

El actual método AASHTO-93, versión 1993, describe con detalle los procedimientos para el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles y rígidos de carreteras, establecido para el caso de pavimentos flexibles, que la superficie de rodamiento se resuelve solamente con concreto asfáltico y tratamiento superficial, pues asume que tales estructuras soportaran niveles significativos de tránsito (mayores de 50000 ejes equivalentes acumulados de



8.2 ton durante el periodo de diseño), dejando fuera pavimentos ligeros para tránsitos menos al citado, como son los caminos revestidos o de terracería.

Los procedimientos involucrados en dicho método están basados en las ecuaciones originales de la AASHTO que datan de 1961, producto de las pruebas en Ottawa, Illinois. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

2.5 Diseño de pavimento

2.5.1 Confiabilidad

Se entiende por confiabilidad de un proceso diseño-comportamiento de una pavimento a la probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comportará satisfactoriamente bajos las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño.

La confiabilidad pretende incorporar algún grado de certidumbre al procedimiento de diseño para asegurar que las diferentes alternativas de éste se mantengan para el período de análisis. El factor de confiabilidad de diseño tiene en cuenta variaciones al azar tanto en la predicción del tránsito como en la predicción del comportamiento y por tanto proporciona un nivel predeterminado de confianza (R) en que los tramos de pavimentos sobrevivirán al período de diseño para el cual fueron diseñados. (Montejo, 2006)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIANZA	
	URBANA	RURAL
Autopistas interestatales y otras	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras de tránsito	80 - 95	75 - 95
Carreteras locales	50 - 80	50 - 80

Tabla nº 105: Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras

Fuente: (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993)

En el presente documento se establecerá 75% como valor de confiabilidad.

2.5.2 Serviciabilidad

La Serviciabilidad de un pavimento se define como la idoneidad que tiene el mismo para servir a la clase de tránsito que la va a utilizar. La mejor forma de evaluarla es a través del índice de servicio presente (PSI), el cual varía de 0 (carretera imposible) hasta 5 (carretera perfecta). La filosofía básica del diseño es el concepto del comportamiento y capacidad de servicio, el cual proporciona un medio para diseñar un pavimento con base en un volumen específico del tránsito total, y con un nivel mínimo de Serviciabilidad deseado, al final del periodo de diseño.

La escogencia de un índice más bajo que puede tolerarse antes de que sea necesario un refuerzo o una rehabilitación, la AASHTO sugiere un valor de 2.5 para las autopistas y vías principales y 2.0 para las demás carreteras.

Teniendo en cuenta que la Serviciabilidad final de un pavimento (Pt) es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

necesario el tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación y del índice de servicio inicial (P_o), es función del diseño de pavimento y del grado de calidad durante la construcción (en el ensayo AASHTO, se obtuvo un valor de 4.2 para los pavimentos flexibles). (Montejo, 2006)

Una vez establecido P_o y P_t , se aplica la siguiente formula:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0 = \mathbf{2.2}$$

2.5.3 Desviación estándar

Los Valores recomendados según el método AASHTO se presentan a continuación:

VALORES ZR EN LA CURVA NORMAL		VALORES DE DESVIACIÓN ESTANDAR (S_o)	
CONFIABILIDAD (R)	ZR	Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tránsito)	Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tránsito
80	-0,841	0,25	0,35 - 0,50
85	-1,037		
90	-1,282		

Tabla nº 106: Valores de Desviación Estándar

Fuente: (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993)

El valor para la desviación estándar debe fluctuar entre 0.35 y 0.50. Lo cual se tomará el de 0.35.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

2.5.4 Período de análisis

Se refiere al periodo para el cual se va a adelantar el análisis, es decir, el transcurso de tiempo que cualquier estrategia de diseño debe cubrir. El periodo de análisis es análogo al término “periodo de diseño”. (Montejo, 2006)

En la tabla a continuación se muestran valores de periodos de diseño recomendados por la AASHTO en función de las condiciones del camino:

CONDICIONES DEL CAMINO	PERÍODO DE ANÁLISIS (AÑOS)
Alto Volumen Urbano	30 - 50
Alto Volumen Rural	20 -50
Bajo Volumen Pavimentado	15 -25
Bajo Volumen Revestido	10 - 20

Tabla nº 107: Período de análisis recomendados por la AASHTO

Fuente: (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993)

Se establecerá un periodo de análisis de 15 años.

2.5.5 Procedimiento de cálculo

Una vez establecidos los datos se procederá al cálculo de las capas de pavimento flexible.

DATOS PARA EL CALCULO	
Confiabilidad	75%
Serviciabilidad	2,2
Desviación Estándar	0,35
Período de Diseño	15 años

Tabla nº 108: Resumen de datos para el cálculo del pavimento

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

2.5.5.1 Cálculo de TPDA.

Para el cálculo del tráfico promedio diario anual se contabilizaron los tipos de vehículos que transitan en la zona durante el día, en el transcurso de una semana, los cuales se detallan en la presente tabla:

VEHICULOS	DIAS							TOTAL
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
LIVIANOS	3	2	3	1	3	3	4	19
CAMIONES 2 EJES	0	1	0	1	0	0	0	2
VOLQUETAS 2 EJES	1	0	0	0	1	0	0	2
TPDA (ACTUAL)								23

Tabla nº 109: Cálculo del TPDA según el tipo de vehículo

Elaborado por: Los Autores

Factor de equivalencia de carga total (LEFT)

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN
2DB		 EJE SIMPLE

Tabla nº 110: Distribución máxima de carga por eje simple o eje sencillo

Fuente: (NEVI -12 Tabla 2A. 106 -02 Nacional de Pesos y Dimensiones)

Se tendrá que transformar los valores de distribución máxima de carga por eje en KPIS, por lo tanto: 7 TN = 15.435 KPIS y 11 TN = 24.255 KPIS



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Carga/eje		SN pulg (mm)					
(kpis)	(kN)	1,0 (25,4)	2,0 (50,8)	3,0 (76,2)	4,0 (101,6)	5,0 (127,0)	6,0 (152,4)
2	8,9	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
4	17,8	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
6	26,7	0,009	0,012	0,011	0,010	0,009	0,009
8	35,6	0,030	0,035	0,036	0,033	0,031	0,029
10	44,5	0,075	0,085	0,090	0,085	0,079	0,079
12	53,4	0,165	0,177	0,189	0,183	0,174	0,168
14	62,3	0,325	0,338	0,354	0,350	0,338	0,331
16	71,2	0,589	0,598	0,613	0,612	0,603	0,596
18	80,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	89,0	1,61	1,59	1,56	1,55	1,57	1,59
22	97,9	2,49	2,44	2,35	2,31	2,35	2,41
24	106,8	3,71	3,62	3,43	3,33	3,40	3,51
26	115,7	5,36	5,21	4,88	4,68	4,77	4,96
28	124,6	7,54	7,31	6,78	6,42	6,52	6,83
30	133,5	10,4	10,0	9,2	8,6	8,7	9,2
32	142,4	14,0	13,5	12,4	11,5	11,5	12,1
34	151,3	18,5	17,9	16,3	15,0	14,9	15,6
36	160,0	24,2	23,3	21,2	19,3	19,0	19,9
38	169,1	31,1	29,9	27,1	24,6	24,0	25,1
40	178,0	39,6	38,0	34,3	30,9	30,0	31,2
42	186,9	49,7	47,7	43,0	38,6	37,2	38,5
44	195,8	61,8	59,3	53,4	47,6	45,7	47,1
46	204,7	76,1	73,0	65,6	58,3	55,7	57,0
48	213,6	92,9	89,1	80,0	70,9	67,3	68,6
50	222,5	113	108	97	86	81	82

Tabla nº 111: Cálculo del Factor 4.0 para eje simple

Fuente: (Hugo, 2010)

Escogiendo el valor más cercano de la tabla en KPIS con 4.0 quedarían:

LEFT = $0.612 + 3.33 = 3.942$ para el eje simple.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN
V3A		EJE SIMPLE
		EJE TANDEM

Tabla nº 112: Distribución máxima de carga eje Tándem

Fuente: (NEVI -12 Tabla 2A. 106 -02 Nacional de Pesos y Dimensiones.)

Se tendrá que transformar los valores de distribución máxima de carga por eje

en KPIS, por lo tanto: 7 TN = 15.435 KPIS y 20 TN = 44.1 KPIS



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Carga/eje		SN pulg (mm)					
(kps)	(kN)	1,0 (25,4)	2,0 (50,8)	3,0 (76,2)	4,0 (101,6)	5,0 (127,0)	6,0 (152,4)
2	8,9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	17,8	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002
6	26,7	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
8	35,6	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002
10	44,5	0,007	0,008	0,008	0,007	0,006	0,006
12	53,4	0,013	0,016	0,016	0,014	0,013	0,012
14	62,3	0,024	0,029	0,029	0,026	0,024	0,023
16	71,2	0,041	0,048	0,050	0,046	0,042	0,040
18	80,0	0,066	0,077	0,081	0,075	0,069	0,066
20	89,0	0,103	0,117	0,124	0,117	0,109	0,105
22	97,9	0,156	0,171	0,183	0,174	0,164	0,158
24	106,8	0,227	0,244	0,260	0,252	0,239	0,231
26	115,7	0,322	0,340	0,360	0,353	0,338	0,329
28	124,6	0,447	0,465	0,487	0,481	0,466	0,455
30	133,5	0,607	0,623	0,646	0,643	0,627	0,617
32	142,4	0,810	0,823	0,843	0,842	0,829	0,819
34	151,3	1,06	1,07	1,08	1,08	1,08	1,07
36	160,0	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
38	169,1	1,76	1,75	1,73	1,72	1,73	1,74
40	178,0	2,22	2,19	2,15	2,13	2,16	2,18
42	186,9	2,77	2,73	2,64	2,62	2,66	2,70
44	195,8	3,42	3,36	3,23	3,18	3,24	3,31
46	204,7	4,20	4,11	3,92	3,83	3,91	4,02
48	213,6	5,10	4,98	4,72	4,58	4,68	4,83
50	222,5	6,15	5,99	5,64	5,44	5,56	5,77
52	231,4	7,37	7,16	6,71	6,43	6,56	6,83
54	240,3	8,77	8,51	7,93	7,55	7,69	8,03
56	249,2	10,4	10,1	9,3	8,8	9,0	9,4
58	258,1	12,2	11,8	10,9	10,3	10,4	10,9
60	267,0	14,3	13,8	12,7	11,9	12,0	12,6
62	275,9	16,6	16,0	14,7	13,7	13,8	14,5
64	284,7	19,3	18,6	17,0	15,8	15,8	16,6
66	293,6	22,2	21,4	19,6	18,0	18,0	18,9
68	302,5	25,5	24,6	22,4	20,6	20,5	21,5
70	311,4	29,2	28,1	25,6	23,4	23,2	24,3
72	320,3	33,3	32,0	29,1	26,5	26,2	27,4
74	329,2	37,8	36,4	33,0	30,0	29,4	30,8
76	338,1	42,8	41,2	37,3	33,8	33,1	34,5
78	347,0	48,4	46,5	42,0	38,0	37,0	38,6
80	355,9	54,4	52,3	47,2	42,5	41,3	43,0
82	364,8	61,1	58,7	52,9	47,6	46,0	47,8
84	373,7	68,4	65,7	59,2	53,0	51,2	53,0
86	382,6	76,3	73,3	66,0	59,0	56,8	58,6
88	391,5	85,0	81,6	73,4	65,5	62,8	64,7
90	400,4	94,4	90,6	81,5	72,6	69,4	71,3

Tabla nº 113: Cálculo del Factor 4.0 para eje tándem

Fuente: (Vera, 2013)

Escogiendo el valor más cercano de la tabla en KPIS con 4.0 quedarían:

LEFT = $0.612 + 3.18 = 3.792$ para el eje tándem.

2.5.5.2 Distribución de tránsito por carril (FDT)

El valor que se tomará es de 100% por tener un solo carril por lo tanto este valor será 1.



2.5.5.3 Coeficiente de reparto por sentido (FRS)

Como en el mismo carril el transito va en ambos sentido por ende se distribuye a 0.5.

2.5.5.4 Cálculo de Número de ejes equivalentes.

Con el objeto de evaluar el efecto, en un pavimento flexible, número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño y durante el período de diseño (n), se lo realiza de con la siguiente formula:

$$N = To \times FDT \times LEFt \times FCT \times FRS \times 365$$

Donde se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

To = Tráfico inicial

FDT = Factor de distribución de tráfico por carril.

LEFT= Factor de equivalencia de carga total.

FRS= Coeficiente de reparto por sentido

Además el factor de crecimiento de transito que se lo determina con la siguiente formula.

$$FCT = \frac{(1 + r)^n - 1}{Ln(1 + r)}$$

$$FCT = \frac{(1 + 4.5\%)^{15} - 1}{Ln(1 + 4.5\%)}$$

$$FCT = 21.25$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Desglose del tráfico promedio anual proyectado:

$$TPDA(proyectado) = FCT * To$$

$$TPDA(livianos) = 21,25 * 19 = 403.75$$

$$TPDA(camiones de 2 ejes) = 21,25 * 2 = 42.5$$

$$TPDA(volquetas de 2 ejes) = 21,25 * 22 = 467.5$$

$$TPDA(proyectado) = 488.75 \cong 489 \text{ vehículos}$$

Teniendo estos datos se procede a calcular el número de ejes equivalentes (N) de la siguiente manera:

VEHICULO	CANTIDAD	FACTOR CRECIMIENTO	TRANSITO DISEÑO	LEFT	N
LIVIANOS	19	21,25			
CAMIONES 2 EJES	2	21,25	7756	3,942	30572,641
VOLQUETAS 2 EJES	2	21,25	7756	3,792	29409,2985
				TOTAL	59981,9396

Tabla nº 114: Caculo de número de ejes equivalente

Elaborado por: Los Autores

2.5.5.5 Selección de CBR de diseño para una sección típica

El criterio más difundido para la determinación del valor de resistencia de diseño es el propuesto por el Instituto del Asfalto, el cual recomienda tomar un valor total, que el 60, el 75 o el 87.5% de los valores individuales sea igual o mayor que él, de acuerdo con el tránsito que se espera circule sobre el pavimento.

Límites para selección de resistencia	
Número de ejes de 8.2 toneladas en el carril de diseño (N)	Percentil a seleccionar para hallar la resistencia
<10 ⁴	60
10 ⁴ - 10 ⁶	75
>10 ⁶	87.5



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Tabla nº 115: Límites para selección de resistencia

Fuente: (Asphalt Institute, 1981)

Como se logra apreciar con la ayuda de la Tabla. Muestra el cálculo de los porcentajes de valores que igualan o superan cada valor de resistencia, se determina el valor de resistencia correspondiente al percentil de 75. (Montejo, 2006)

Ejemplo de determinación del CBR de diseño		
Resultados de ensayos (de menor a mayor)	Número de resultados mayores o iguales	Porcentaje de resultados mayores o iguales
2,080	6	$6 / 6 \times 100 = 100$
2,720	5	$5 / 6 \times 100 = 83.33$
2,760	4	$4 / 6 \times 100 = 66.67$
2,800	3	$3 / 6 \times 100 = 50$
3,150	2	$2 / 6 \times 100 = 33.33$
3,920	1	$1 / 6 \times 100 = 16.67$

Tabla nº 116: Cálculo de determinación del CBR de diseño

Elaborado por: Los Autores

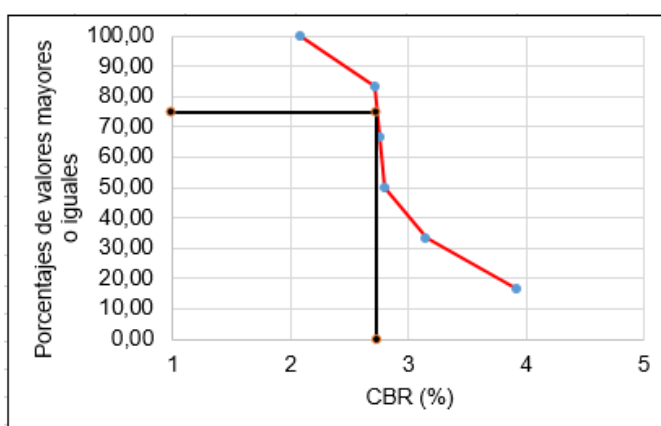


Gráfico nº 19: Selección del CBR de diseño – 2.73%

Elaborado por: Los Autores



2.5.5.6 Módulos resilientes

La base para la caracterización de los materiales de subrasante en este método, es el módulo Resiliente o elástico (M_r). Este módulo se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición y por tal motivo se han establecido correlaciones para determinarlo a partir de otros ensayos (Montejo Fonseca, 2006). Se ha considerado la utilización de las siguientes ecuaciones de correlación:

$$M_r(\text{psi}) = 1500 \times \text{CBR}; \text{ para CBR} < 7.2\%$$

$$M_r(\text{psi}) = 3000 \times \text{CBR}^{0.65}; \text{ para CBR de } 7.2 \text{ a } 20\%$$

$$M_r(\text{psi}) = 4326 \times \ln \text{CBR} + 241; \text{ para suelos granulares}$$

De acuerdo al CBR de diseño calculado es de 2.73% y reemplazando en la ecuación correspondiente se obtiene:

$$M_r(\text{psi}) = 1500 \times 2.73 = 4095$$

2.5.5.7 Coeficientes de drenaje

A pesar de la importancia que se concede al drenaje en el diseño de carreteras, los métodos corrientes de dimensionamiento de pavimento incluyen con frecuencia capas de base de baja permeabilidad y consecuentemente de difícil drenaje. El método deja en libertad al Ingeniero de Diseño para identificar cual nivel o calidad de drenaje se logra bajo una serie especificadas de condiciones de drenaje. (Montejo, 2006)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Se presentan a continuación las definiciones generales correspondientes, para diferentes niveles de drenaje de la estructura del pavimento.

CALIDAD DEL DRENAJE	PORCENTAJES DEL TIEMPO EN QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTA A NIVELES DE HUMEDAD CERCANA A SATURACIÓN				
	Extracción de agua	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	2 Horas	1.4 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Buena	1 Día	1.25 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1
Aceptable	1 Semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.8
Pobre	1 Mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Muy pobre	No Drena	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

Tabla nº 117: Definiciones de la calidad de drenaje

Fuente: (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993)

Para establecer una definición del drenaje se tomará en cuenta los datos proporcionados por el INHAMI como se expone en la Climatología del Capítulo

1. Para el caso del sitio La Muerta se considerará una calidad de drenaje Buena con período de evacuación de un día. Se calcula por porcentajes los índices de lluvias por lo que se tomará el percentil de 25% donde en el sector del proyecto al menos en el año llueve aproximadamente tres meses; por lo tanto $m=1$.

2.5.5.8 Coeficientes de capas

El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente (a_i), los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a número estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento el método



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

presenta cinco categorías de estos coeficientes de acuerdo con el tipo y función de la capa considerada: concreto asfáltico (a_1), base granular (a_2), subbase granular (a_3), base tratada con cemento y base asfáltica. (Montejo, 2006)

CAPA	MATERIAL UTILIZADO	CBR	COEFICIENTE DE DRENAJE DE LA CAPA m_i	MÓDULO RESILIENTE (psi)	COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i
1	Pavimento bituminoso			400000	0,42
2	Base Granular	80,00	0,80	42205	0,14
3	Subbase Granular	30,00	0,80	22529	0,11
4	Subrasante	12,00		12533	0,09

Tabla nº 118: Ejemplo de Coeficientes de capas

Fuente: (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993)

- **Concreto Asfáltico:** en la presente figura muestra un gráfico que puede emplearse para estimar el coeficiente (a_1) en base al módulo elástico (Resiliente) del concreto asfáltico. Para este caso en particular se considerará 400 000 PSI para el módulo Resiliente del concreto asfáltico.

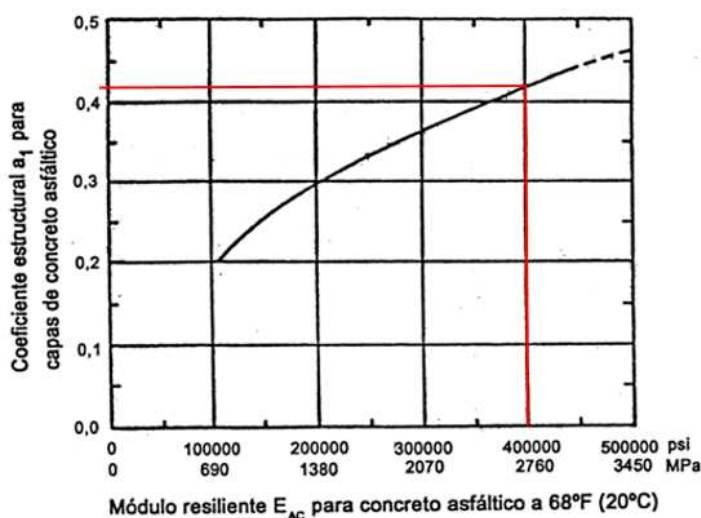


Gráfico nº 20: Gráfica para hallar a_1 en función del módulo Resiliente del concreto asfáltico.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Fuente: (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993)

Gráficamente se obtiene un valor $a_1 = 0.43$ para un módulo Resiliente de 400 000 Psi del concreto asfáltico.

- **Base granular:** en la presente Figura se muestra un gráfico que puede emplearse para hallar el coeficiente estructural (a_2) a partir de resultados de los ensayos de laboratorio sobre un material granular de base. Se considerará para la base un valor de $\geq$ CBR de 80%.

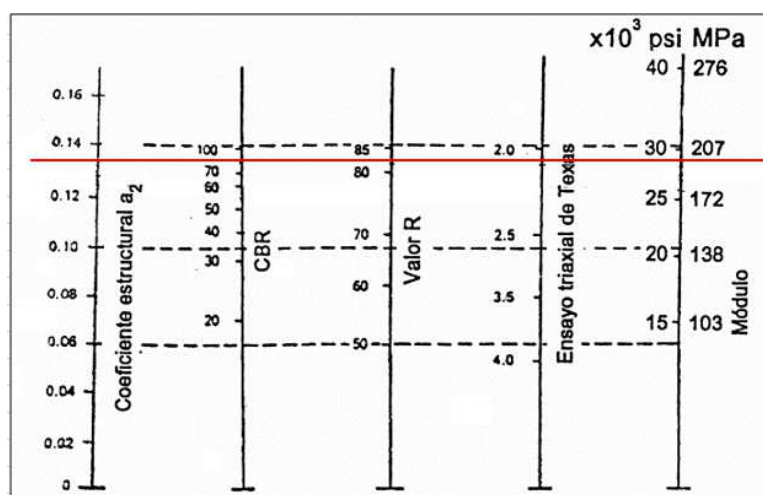


Gráfico nº 21: Variación de coeficiente a_2 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular.

Fuente: (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993)

Tomando referencia el material de la cantera GM, para un valor de CBR de 83% de la base granular, gráficamente se obtienen que: $a_2 = 0.138$ y $M_r = 29200$ Psi.

- **Subbase granular:** en la presente Figura es posible determinar el coeficiente (a_3) para una Subbase granular, en función de los mismos ensayos considerados para la base granular. Para la Subbase se considerará un valor de CBR de 30%.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA



Gráfico n° 22: Variación de coeficiente a_3 con diferentes parámetros de resistencia de la subbase granular.

Fuente: (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993)

Tomando referencia el material de la cantera GM, para un valor de CBR de 63% de la subbase granular gráficamente se obtienen que: $a_3 = 0.13$ y $M_r = 18000$ Psi.

A continuación, se muestra un resumen de resultados de los coeficientes estructurales:

Capa	CBR (%)	Coeficiente Estructural (a_i)	Módulos Elásticos (PSI)
Concreto Asfáltico		0,43	400000
Base Granular Clase 4	>80	0,138	29200
Sub-Base Granular Clase 3	>30	0,13	18000
Subrasante	2,73	-	4095



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Tabla nº 119: Resumen de resultados de los coeficientes estructurales

Elaborado por: Los Autores

Diseño estructural del Pavimento

Este método de diseño es aplicable para vías con transito superior a 0.05×10^6 ejes equivalentes de 8.2 toneladas y la ecuación utilizada para el diseño de pavimentos flexibles, derivada de la información obtenida empíricamente por la AASHTO ROAD TEST es:

$$\log W_{18} = ZR \times S_0 + 9.36 \log(SN+1) - 0.2 + \frac{\log(\Delta PSI/4.2-1.5)}{0.40(1.094/(SN+1)^{5.19})} + 2.32 \log Mr - 8.07$$

Donde:

W_{18} = Número estimado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas

ZR = Desviación estándar normal

S_0 = Error estándar combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del comportamiento.

ΔPSI = Diferencia entre el índice de servicio inicial (P_o) y el final (P_t)

M_R = Módulo Resiliente

SN = Número estructural ($SN = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2 + a_3 d_3 m_3$)

a_i = Coeficiente estructural de la capa i

d_i = Espesor de la capa i en pulgadas

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa i

Tomado de (Montejo, 2006)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

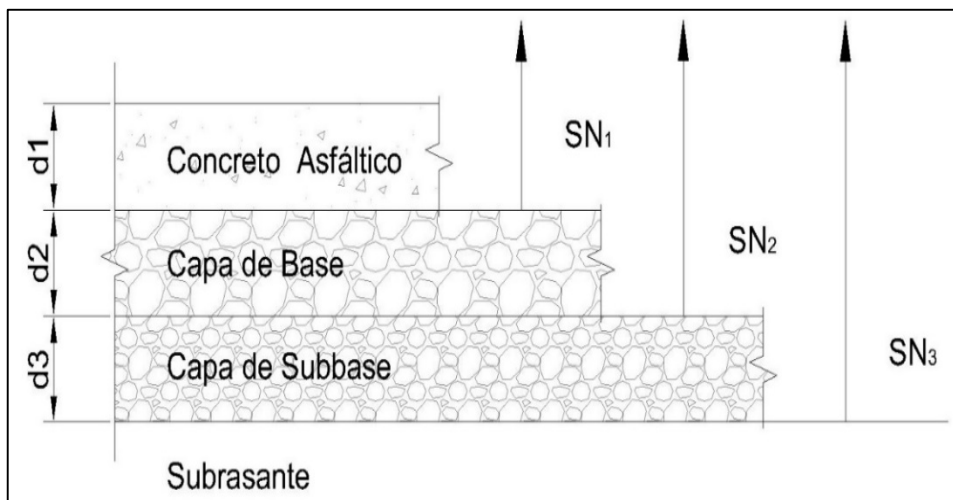


Ilustración nº 22: Estructura del pavimento para el proyecto

Elaborado por: Autores

Con los datos obtenidos se procede al cálculo del número estructural de cada una de las capas, utilizando el software desarrollado en el 2004 por el Sr. Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela de Manizales-Colombia (Vásquez Varela, 2004) y por medio de la gráfica de diseño recomendada por la AASHTO se comparará el valor de SN en relación del resultado obtenido con el software.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

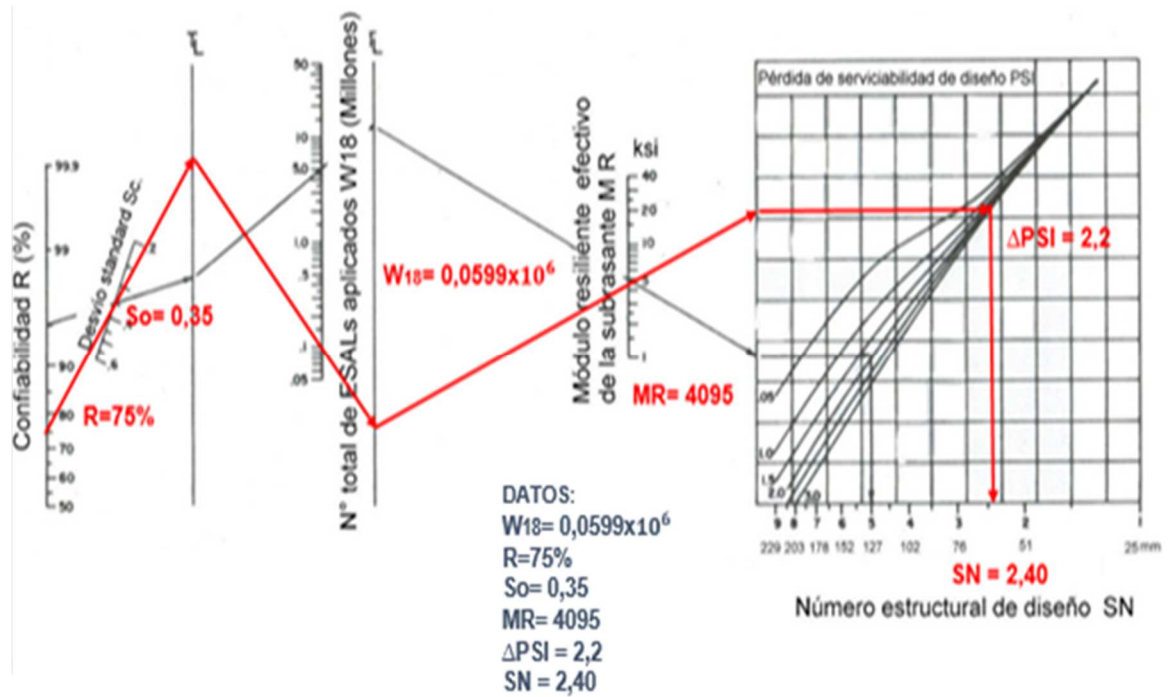


Gráfico nº 23: Diseño para pavimento flexible

Fuente: (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

El software 'Ecuación AASHTO 93' presenta una interfaz con los siguientes campos y valores:

- Tipo de Pavimento:** ☒ Pavimento flexible, ☐ Pavimento rígido.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 75 % $Z_r = -0.674$, So = 0.35.
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2.0.
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 4095 psi.
- Información adicional para pavimentos rígidos:**
 - Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi): []
 - Coeficiente de transmisión de carga - (J): []
 - Módulo de rotura del concreto - S_c (psi): []
 - Coeficiente de drenaje - (Cd): []
- Tipo de Análisis:** ☒ Calcular SN, ☐ Calcular W18.
- Número Estructural:** SN = 2.38.
- Resultados:** W18 = 59981.9396.
- Botones:** Calcular, Salir.

Ilustración nº 23: Cálculo del número estructural SN de la subrasante por medio del software

Elaborado por: Autores

Obteniendo como resultado de $SN = 2.40$ y comprobándolo con el valor calculado por medio del software (Ver Figura), se puede observar que existe una diferencia de 0.02.

Siguiendo de manera repetitiva por medio del software se procede a encontrar el número estructural para las siguientes capas:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

El software muestra la siguiente configuración:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible (seleccionado).
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 75 % $Z_r = -0.674$, $S_o = 0.35$.
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2.0.
- Módulo resiliente de la subrasante:** $M_r = 18000$ psi.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Campos vacíos para E_c , S_c , J y C_d .
- Tipo de Análisis:** Calcular SN (seleccionado).
- W18 =** 59981.9396.
- Número Estructural:** SN = 1.32.
- Botones: Calcular, Salir.

Ilustración nº 24: Cálculo del número estructural SN de la Subbase por medio del software.

Elaborado por: Autores

El software muestra la siguiente configuración:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible (seleccionado).
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 75 % $Z_r = -0.674$, $S_o = 0.35$.
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2.0.
- Módulo resiliente de la subrasante:** $M_r = 29200$ psi.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Campos vacíos para E_c , S_c , J y C_d .
- Tipo de Análisis:** Calcular SN (seleccionado).
- W18 =** 59981.9396.
- Número Estructural:** SN = 1.06.
- Botones: Calcular, Salir.

Ilustración nº 25: Cálculo del número estructural SN de la Base por medio del software.

Elaborado por: Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Para el cálculo de los espesores efectivo (d_1, d_2, d_3) y el número estructural real ($SN1r, SN2r, SN3r$) se determinará con las siguientes formulas:

$$d_1CAL = \frac{SN1}{a_1} \qquad SN1r = a_1 * d_1ADOP$$

$$d_2CAL = \frac{SN2-SN1r}{a_2*m_2} \qquad SN2r = d_2ADOP * a_2 * m_2 + SN1r$$

$$d_3CAL = \frac{SN3-SN2r}{a_3*m_3} \qquad SN3r = d_3ADOP * a_3 * m_3 + SN2r$$

$$d_4CAL = \frac{SN4 - SN3r}{a_4 * m_4}$$

Donde:

- **$dCAL$** : Espesor efectivo en pulgadas.
- **a** : Coeficiente estructural.
- **$dADOP$** : Espesor adoptado en pulgadas
- **m** : Coeficiente de drenaje
- **SNr** : Número estructural real.

Calculando se obtiene:

$$d_1CAL = \frac{1.06}{0.43} = 2.46 \qquad \text{Por lo tanto } d_1ADOP = 2$$

$$SN1r = 0.43 * 2 = 0.86$$

$$d_2CAL = \frac{1.32 - 0.86}{0.138*1} = 3.33 \qquad \text{Por lo tanto } d_2ADOP = 4$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

$$SN2r = 4 * 0.138 * 1 + 0.86 = 1.41$$

$$d_3CAL = \frac{2.38 - 1.41}{0.13 * 1} = 7.46 \quad \text{Por lo tanto } d_3ADOP = 8$$

$$SN3r = 8 * 0.13 * 1 + 1.41 = 2.45$$

CAPAS	TIPO	COEFICIENTE ESTRUCTURAL L (ai)	MODULOS RESILIENTES	COEFICIENTE DE DRENAJE (mi)	NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO		ESPESOR EFECTIVO (PULG)		ESPESOR ADOPTADO (PULG)	NUMERO ESTRUCTURAL REAL	
CAPA DE RODADURA	ASFALTO	0.43	400000	-	SN1	1.06	d1	2.47	2	SN1r	0.86
BASE	BASE CLASE 4	0.138	29200	1	SN2	1.32	d2	3.33	4	SN2r	1.41
SUBBASE	SUBBASE CLASE 3	0.13	18000	1	SN3	2.38	d3	7.45	8	SN3r	2.45
SUBRASANTE	TERRENO NATURAL	-	4095	1							

Tabla nº 120: Resumen de resultados de lo calculado

Elaborado por: Los Autores

Selección de los espesores de las capas

Determinado el número estructural, el paso siguiente consiste en identificar un conjunto de capas cuyos espesores, convenientemente combinados, proporcionen la capacidad portante a dicho SN.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$SN = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2 + a_3 d_3 m_3$$

Esta expresión no conduce a una solución única, sino que presenta muchas combinaciones técnicamente válidas. Al elegir los espesores de las diferentes capas, debe tenerse presente que desde el punto de vista de costos, si la relación de costo entre capas 1 y 2 es menor que la relación correspondiente de los productos $a_i m_i$, el diseño óptimo económico es aquel que considera un espesor mínimo de base.

Debido a que generalmente es impráctica y antieconómica la colocación de capas de pavimentos muy delgadas, el método recomienda los siguientes espesores mínimos. (Montejo, 2006)

ESPEORES MÍNIMOS (Pulg)		
Nº. De ejes equivalente (millones)	Concreto asfáltico	Base granular
<0,05	1,0 o TSD	4
0,05 - 0,15	2	4
0,15 - 0,50	2,5	4
0,5 - 2,00	3	6
2,00 - 7,00	3,5	6
>7,00	4	6

Tabla nº 121: Espesores mínimos

Fuente: (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993)

2.5.6 Espesores del pavimento de diseño

Tomando en cuenta los espesores mínimos recomendados por la AASHTO (Ver Tabla), se escogieron los siguientes espesores para cada una de las capas del pavimento:

SN =	a1	d1	+	a2	d2	m2	+	a3	d3	m3
2.452 =	0.43	2 Pulg	+	0.138	4 Pulg	1	+	0.13	8 Pulg	1

El número estructural obtenido con los espesores seleccionados para cada una de las capas del pavimento, deberá ser mayor o igual que el número estructural calculado para el diseño.

SN Obtenido $\geq$ SN Calculado

$$2.452 > 2.38$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Por lo tanto las dimensiones para el diseño del pavimento son correctas. En la siguiente Figura se muestran los espesores para cada una de las capas del pavimento.

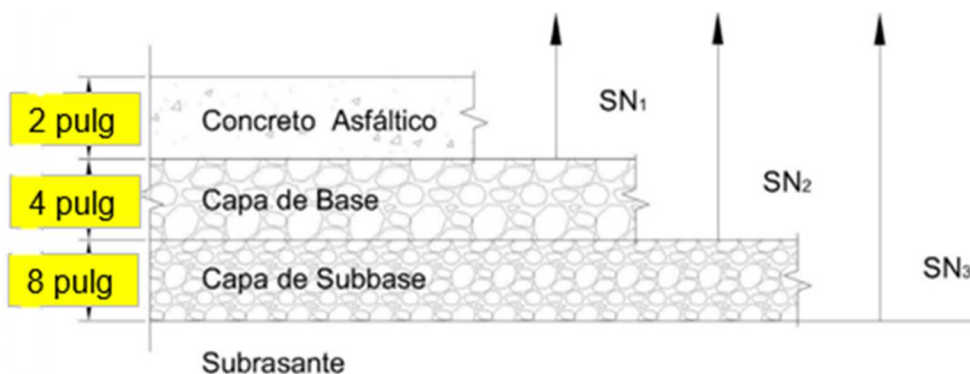


Ilustración nº 26: Espesores del pavimento de diseño

Elaborado por: Autores

2.6 Diseño del drenaje transversal

El Drenaje transversal en las carreteras se lo considera mediante alcantarillas, cuyo objetivo principal es permitir que el agua fluya por su cauce natural o artificial sin ningún inconveniente, por lo tanto el caudal seguirá su curso por debajo de la terracería de la vía sin provocar daño a la misma y al tránsito.

Las alcantarillas deberán soportar varias cargas las cuales se detallan a continuación:

- Capas granulares
- Cargas de transito; y
- Cargas durante la construcción.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Para el diseño de las alcantarillas deben considerarse algunos antecedentes del terreno:

- Características topográficas del lugar.
- Estudio de la cuenca hidrográfica.
- Datos de la crecida.

2.6.1 Ubicación de alcantarilla en planta.

Dependiendo de la dirección del cauce y del eje de la carretera, existen cuatros casos para la ubicación de la alcantarilla, como se detalla a continuación:

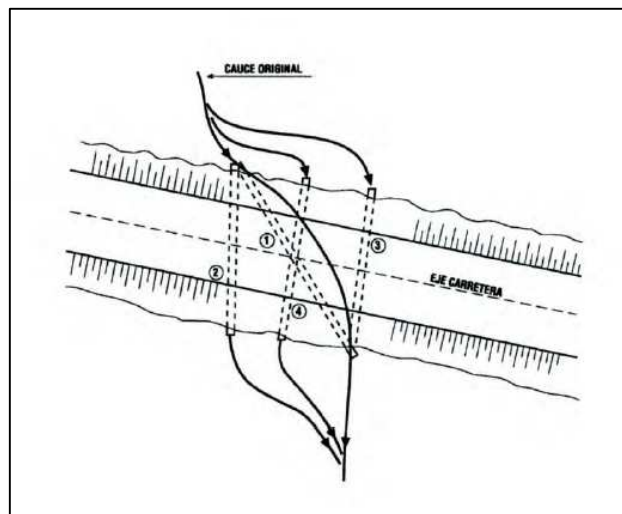


Ilustración nº 27: Ubicación de alcantarilla

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

- **Caso 1.-** Se conserva la entrada y salida del canal natural (en general si es muy sinuoso aguas debajo de la carretera conviene hacer la alcantarilla recta). Esta solución da la longitud máxima de alcantarilla. Colocando la



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

alcantarilla ligeramente a un lado del canal natural se puede obtener por lo general una función siendo desviar la corriente.

- **Caso 2.-** La entrada se coloca en el canal natural y la salida se desplaza para tener una alcantarilla casi normal al eje de la carretera.
- **Caso 3.-** Se ha desplazado la entrada de modo que la salida descargue directamente en el canal natural. Habrá costos adicionales por la construcción y mantenimiento del canal, un posible mayor diámetro y protección del terraplén a la entrada.
- **Caso 4.-** No se obtiene un mejoramiento hidráulico con esta solución solo conviene usarla cuando hay restricciones de espacios para otras soluciones.

2.6.2 Análisis hidrológico de Alcantarillas.

2.6.2.1 Caudal de Contribución

Hay varios métodos para cálculos aproximados de caudales de diseño, entre ellos:

- **Empíricos.-** Sin información: Creager y Lowry
- **Semi empíricos.-** intensidad de la precipitación: Método Racional, Vente Chow.
- **Estadísticos.-** Caudales máximos instantáneos (Gumbel Normal)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- **Métodos Matemáticos.-** HEC HMS (Características generales de las cuencas de drenaje, uso de suelo, pendiente, precipitaciones máximas, tiempo de concentración, coeficiente de escurrimiento, periodo de retorno).

Para el presente proyecto se utilizará el Método Racional para determinar el caudal de la cuenca. Cabe resaltar que el método es aplicable siempre y cuando las cuencas sean menores de 2500 hectáreas (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

Con la ayuda de los softwares AutoCAD Civil 3D y de Google Earth, se determinó el área total de análisis del proyecto, cuyo valor es inferior a 2500 hectáreas y por lo tanto el método es aplicable.

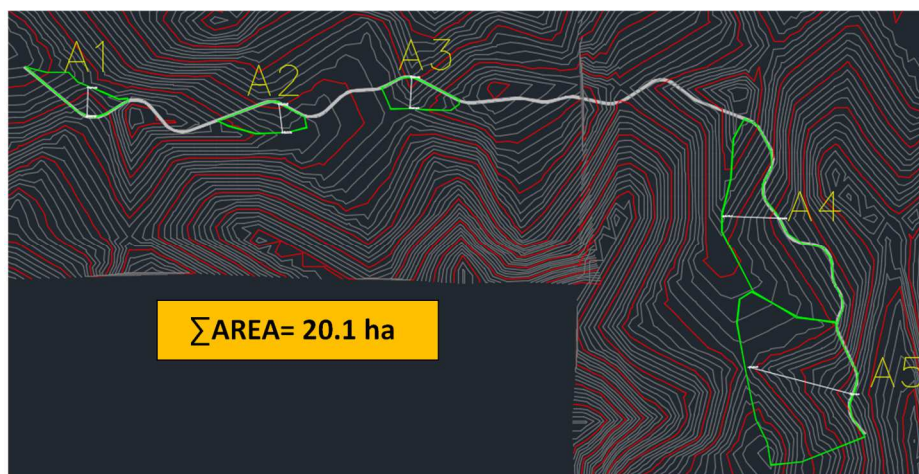


Ilustración nº 28: Área total de análisis hidrológico

Elaborado por: Los Autores

El método mencionado, establece la siguiente fórmula:

$$Q=0.00278 C*I*A$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Dónde:

Q = Caudal máximo probable (m^3/s);

C = Coeficiente de escorrentía;

I = Intensidad de lluvia de diseño (mm/h);

A = Área de drenaje (Ha); y

0.00278 = Factor de conversión.

2.6.2.2 Áreas de Aportación de la cuenca (A)

Estas áreas están delimitadas por líneas divisoras de aguas o parte aguas de acuerdo a la configuración del terreno.

Para el actual proyecto se ha dividido en tres áreas de aportaciones con su respectiva alcantarilla. Para efectuar lo realizado se utilizó los softwares de Google Earth y Civil 3D, se simuló por medio de la gota de agua, la ruta que sigue en la superficie hasta llegar al punto más bajo; estableciendo así la ubicación de las alcantarillas y las áreas aportantes.

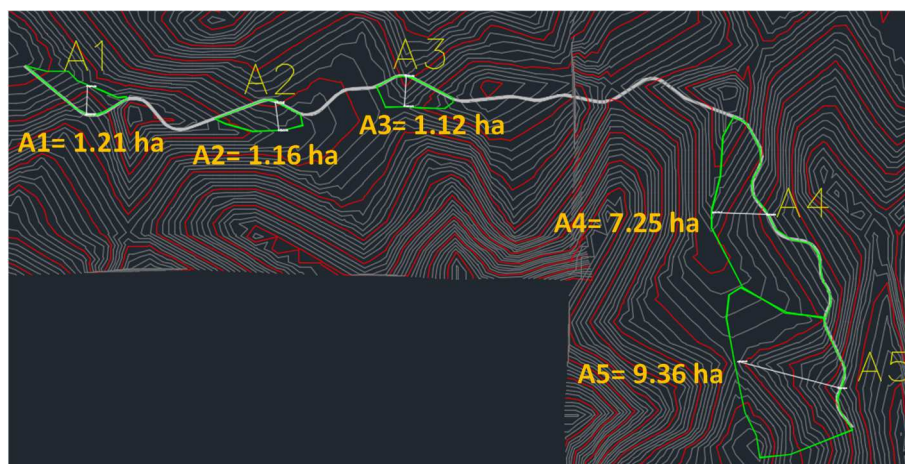


Ilustración nº 29: Área parciales para el análisis hidrológico

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

2.6.2.3 Coeficiente de escorrentía (C)

Para determinar el coeficiente de escorrentía se utilizó la siguiente tabla:

Cobertura Vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada >50%	Alta 20%	Media 5%	Suave 1%	Despreciable <1%
Sin Vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierva, Grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosque, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Tabla nº 122: Coeficientes de escorrentía

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Teniendo en cuenta la cobertura general, el tipo de suelo y las pendientes, se escogió un coeficiente de escorrentía (C) de 0.15 para el presente proyecto.

2.6.2.4 Intensidad de Precipitación (I)

De acuerdo al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), se ha dividido al Ecuador en zonas meteorológicas como se muestra en la presente Figura, permitiendo calcular las ecuaciones pluviométricas de acuerdo a la zona como se indica en la tabla:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

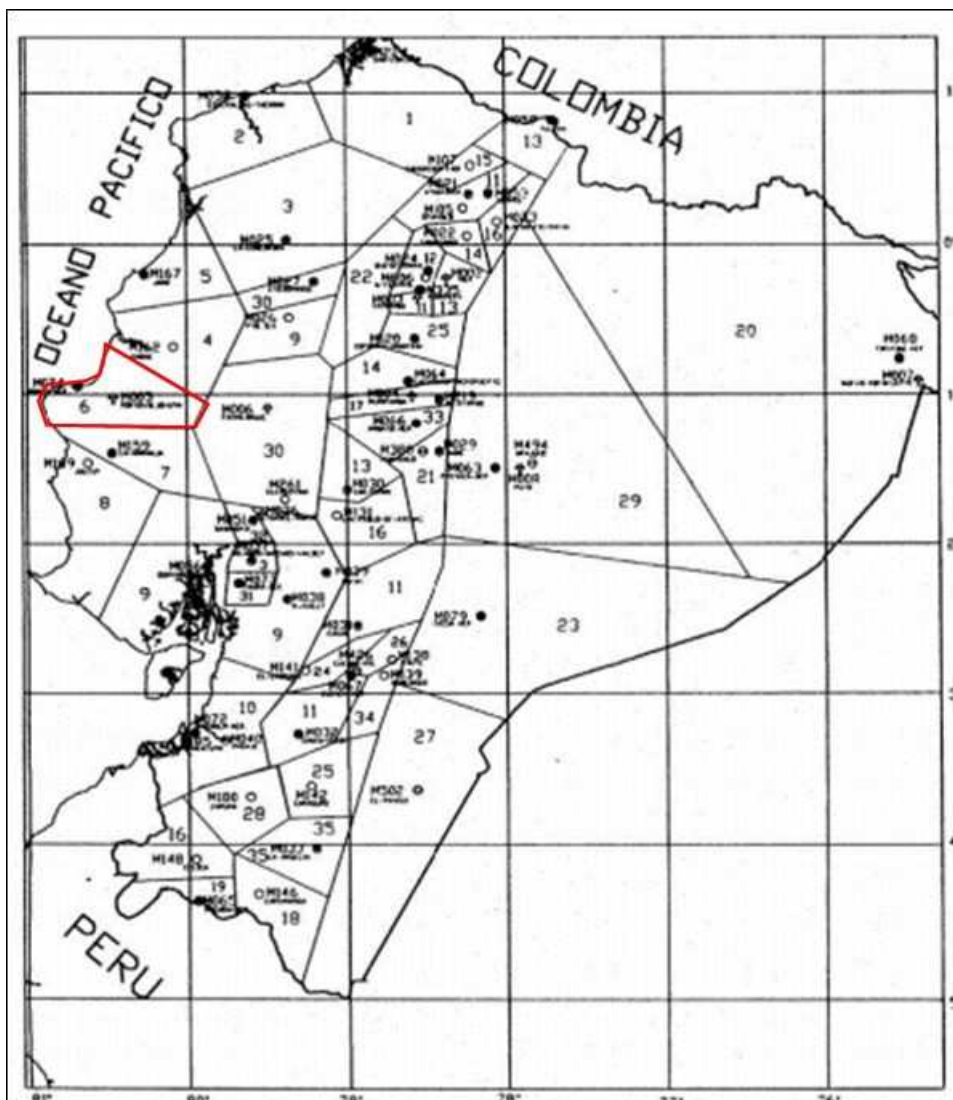


Ilustración n°30: Zonas Meteorológicas del Ecuador

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

ZONA	DURACIÓN	ECUACIÓN
1	5min<130min 130min<1140min	$I_{TR}=47.926t^{-0.3387}Id_{TR}$ $I_{TR}=787.57t^{-0.9154}Id_{TR}$
2	5min<30min 30min<1140min	$I_{TR}=19.305t^{-0.1332}Id_{TR}$ $I_{TR}=115.4t^{-0.6546}Id_{TR}$
3	5min<90min 90min<1140min	$I_{TR}=53.369t^{-0.3278}Id_{TR}$ $I_{TR}=639.52t^{-0.8838}Id_{TR}$
4	5min<20min 20min<1140min	$I_{TR}=56.507t^{-0.2694}Id_{TR}$ $I_{TR}=247.71t^{-0.7621}Id_{TR}$
5	5min<40min 40min<1140min	$I_{TR}=54.719t^{-0.3875}Id_{TR}$ $I_{TR}=197.81t^{-0.7378}Id_{TR}$
6	5min<120min 120min<1140min	$I_{TR}=57.598t^{-0.4267}Id_{TR}$ $I_{TR}=344.08t^{-0.7982}Id_{TR}$
7	5min<60min 60min<1140min	$I_{TR}=97.055t^{-0.403}Id_{TR}$ $I_{TR}=869.87t^{-0.9346}Id_{TR}$
8	5min<30min 30min<1140min	$I_{TR}=80.068t^{-0.3683}Id_{TR}$ $I_{TR}=351.73t^{-0.7977}Id_{TR}$
9	5min<116min 116min<1140min	$I_{TR}=40.035t^{-0.341}Id_{TR}$ $I_{TR}=355.49t^{-0.8043}Id_{TR}$
10	5min<88min 88min<1140min	$I_{TR}=40.414t^{-0.3124}Id_{TR}$ $I_{TR}=356.17t^{-0.8009}Id_{TR}$
11	5min<60min 60min<1140min	$I_{TR}=137.27t^{-0.5153}Id_{TR}$ $I_{TR}=578.56t^{-0.8736}Id_{TR}$
12	5min<50min 50min<1140min	$I_{TR}=138.01t^{-0.4882}Id_{TR}$ $I_{TR}=674.13t^{-0.8935}Id_{TR}$
13	5min<36min 36min<1140min	$I_{TR}=79.96t^{-0.2953}Id_{TR}$ $I_{TR}=642.11t^{-0.8898}Id_{TR}$
14	5min<40min 40min<1140min	$I_{TR}=133.83tc^{-0.4283}Id_{TR}$ $I_{TR}=800.89tc^{-0.9189}Id_{TR}$
15	5min<230min 230min<1140min	$I_{TR}=110.85tc^{-0.4943}Id_{TR}$ $I_{TR}=3197.1tc^{-1.1077}Id_{TR}$
16	5min<25min 25min<1140min	$I_{TR}=76.946tc^{-0.4583}Id_{TR}$ $I_{TR}=174.47tc^{-0.7143}Id_{TR}$
17	5min<40min 40min<1140min	$I_{TR}=201.28tc^{-0.4283}Id_{TR}$ $I_{TR}=1415.8tc^{-0.9947}Id_{TR}$
18	5min<50min 50min<1140min	$I_{TR}=69.036tc^{-0.335}Id_{TR}$ $I_{TR}=510.71tc^{-0.849}Id_{TR}$

Tabla nº 123: Ecuaciones Representativas por zonas

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2011)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Donde:

- Itr = Intensidad de precipitación por cualquier periodo de retorno en mm/h
(se utilizará 5.05mm/h)
- Idtr = Intensidad diaria para un periodo de retorno dado en mm/h
- R = Periodo de retorno
- Tc = Tiempo de duración de la lluvia en minutos.

2.6.2.5 Tiempo de concentración.

Es el tiempo mínimo para que todos los puntos aporten agua de escorrentía hacia el sitio de salida, como norma general el tiempo de concentración no debe ser inferior a 10 minutos.

Autor	Expresión	Observaciones
Normas españolas	$T_c = 18L^{0,76} / S^{0,19}$	
California Culverts Practice(1942)	$T_c = 57 \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385}$	Cuencas de montañas
Giandotti	$T_c = 60((4A^{0,5} + 1,5 L)/(0,8 Hm^{0,5}))$	Cuencas pequeñas con gradientes
Soil Conservation service (1975)	$T_c = 258,7L^{0,76}((1000/CN)-9)^{0,19}/1900S^{0,5}$	Cuencas rurales

Tabla nº 124: Expresiones de Tiempo de concentración

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2011)

Dado por la formula.

$$T_c = 57 * \left(\frac{l^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- T_c = Tiempo de concentración en minutos.
- L = Longitud del cauce Km; y
- H = Diferencia de nivel total entre cotas extremas de la cuenca en m.

2.6.2.6 Período de retorno

Para establecer el periodo de retorno de diseño, se considerará lo establecido en la norma NEVI en la sección 2B.202.2.2, de cual menciona que para alcantarillas con sección útil menores a 2 m²; su período de retorno de diseño para caminos será de 25 años.

2.6.2.7 Caudal de capacidad

Para determinar el caudal de capacidad para una sección circular se empleará la ecuación de Manning:

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

Donde:

Q = Gasto o caudal (m³/s)

A= Área de la sección mojada (m²)

R= Radio Hidráulico (m)

S= Pendiente longitudinal (m/m)

n= Coeficiente de rugosidad de Manning, 0.012 para el hormigón (adimensional)



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Para tuberías con sección llena el radio hidráulico está dado por la siguiente formula:

$$R = \frac{D}{4}$$

Donde:

R= Radio hidráulico (m)

D= Diámetro de la tubería (m)

2.6.2.8 Velocidad de salida

Para estimar la velocidad de salida del flujo se utilizará la siguiente ecuación de empírica de Manning:

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

Donde:

V = Velocidad (m/s)

N = Coeficiente de rugosidad (adimensional)

R = Radio Hidráulico (m)

S = Pendiente (m/m)

2.6.2.9 Elección del tipo de alcantarilla

Se utilizará para el diseño una alcantarilla circular con un diámetro mayor a 1.20 metros para caminos y carreteras como lo menciona la norma NEVI en la sección 2B.202.3.2.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

2.6.3 Cálculo del Caudal de contribución

Para determinar el caudal que contribuirá la cuenca, se empleará la ecuación del Método Racional, Tiempo de Concentración e Intensidad de precipitación, cuyas ecuaciones fueron ya mencionadas.

Se utilizó el software Microsoft Excel para mayor facilidad de cálculo.

CÁLCULO DEL CAUDAL DE CONTRIBUCIÓN (MÉTODO RACIONAL)										
PROYECTO: DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCION DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO - CANTÓN PORTOVIEJO										
Lugar:	La Muerta	K:	57,598							
Estación		Idtr:	5,05 mm/h	Caudal:	$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$					
Pluviométrica:	M1090 San Miguel	n:	-0,4267	Tiempo de concentración:	$T_c = 57 \left(\frac{L}{\Delta h} \right)^{0,385}$					
Tiempo de retorno:	25 años				Intensidad de precipitación	$I_{TR} = K \times Id_{TR} \times t_c^n$				
Cuenca	Área (Ha)	L (m)	Cota inicial (m)	Cota final (m)	Δh (m)	T_c (min)	T_c mín. (min)	C	I_{25} (5min<Tc<120min)	Caudal (m ³ /s)
A1	1,21	73,28	441,89	433,62	8,27	1,24	10	0,15	108,89	0,05
A2	1,16	71,87	434,85	429,19	5,66	1,40	10	0,15	108,89	0,05
A3	1,12	78,09	426,34	417,62	8,72	1,30	10	0,15	108,89	0,05
A4	7,25	137,88	444,5	427,84	16,66	1,96	10	0,15	108,89	0,33
A5	9,36	266,5	432,37	405,7	26,67	3,50	10	0,15	108,89	0,43

Tabla nº 125: Cálculo del Caudal de Contribución

Elaborado por: Los Autores

2.6.4 Cálculo del Caudal de Capacidad

Para determinar el caudal de capacidad de la alcantarilla, se debe tomar en cuenta el diámetro de la tubería; del cual pueda soportar el caudal que contribuya



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

la cuenca o el área aportante para dicha alcantarilla. Para ello se utilizará la ecuación de Manning ya mencionada.

Se comprobará que la velocidad de las aguas sea mayor a 0.25 m/s y menor de 4.5 m/s para obras revestidas con hormigón, con el fin de evitar la sedimentación y la erosión.

Se utilizó el software Microsoft Excel para mayor facilidad de cálculo.

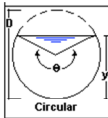
CÁLCULO DEL CAUDAL DE CONTRIBUCIÓN (MÉTODO RACIONAL)										
PROYECTO: DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCION DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO - CANTÓN PORTOVIEJO										
Sección	Área Mojada	Perímetro Mojado	Radio Hidráulico	Caudal de Capacidad:		Velocidad		Coeficiente de Manning		
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}) \frac{D}{4}$	$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_H^{2/3} \cdot S^{1/2}$		$V = \frac{(R_H^{2/3} \cdot S^{1/2})}{n}$		0,012		
Alcantarilla	Cuenca	Caudal de Contribución (m3/s)	Pendiente de Terreno	Pendiente adoptada (S)	Diametro (m)	Área hidráulica (m2)	Radio hidráulico (m)	Q capacidad (m3/s)	Verificación de la sección	Velocidad m/s
1	A1	0,05	0,1129	0,01	1,2	0,18	0,3	0,672	OK	3,73
2	A2	0,05	0,0788	0,01	1,2	0,18	0,3	0,672	OK	3,73
3	A3	0,05	0,1117	0,01	1,2	0,18	0,3	0,672	OK	3,73
4	A4	0,33	0,1208	0,014	1,2	0,18	0,3	0,795	OK	4,42
5	A5	0,43	0,1001	0,014	1,2	0,18	0,3	0,795	OK	4,42

Tabla nº 126: Cálculo del caudal de capacidad

Elaborado por: Los Autores

Se constata que el caudal de capacidad de la sección es mayor al caudal de contribución, por lo tanto las secciones son correctas. También se verifica que las velocidades estén dentro del rango mencionado para evitar la sedimentación y erosión.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CAPÍTULO III

3 Presupuesto referencial y programación de Obra

En este capítulo se presenta el análisis de precios unitarios de los rubros a ejecutarse en el proyecto pero desde un punto de vista macro, es decir que el presupuesto calculado en este documento es referencial. Una vez que se ejecute el proyecto se deberá tomar a detalle los planos que se presentan en el capítulo siguiente. Las cantidades para el presupuesto fueron calculadas por medio del software AutoCAD Civil 3D.

3.1 Presupuesto referencial

En el presupuesto referencial del proyecto no se consideró los rubros de alcantarillas por motivos de variación en el material y stock en el mercado.

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS CANTERA GM					
PROYECTO: DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCION DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO - CANTÓN PORTOVIEJO					
CÓDIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
RB-001	Desbroce, desbosque y limpieza.	m2	29730,00	\$ 1,45	\$ 43.139,99
RB-002	Replanteo manual	m2	29730,00	\$ 0,64	\$ 19.000,76
RB-003	Excavación con maquinaria	m3	48177,45	\$ 5,16	\$ 248.518,56
RB-004	Relleno con material del sitio	m3	40902,45	\$ 7,29	\$ 298.029,45
RB-005	Desalojo de material excavado	m3	7275,00	\$ 6,45	\$ 46.959,14
RB-006	Acabado de obra básica	m2	17838,00	\$ 0,73	\$ 13.087,58
RB-007	Sub-base Clase 3	m3	4611,72	\$ 8,69	\$ 40.060,13
RB-008	Base clase 4	m3	2000,83	\$ 18,37	\$ 36.752,45
RB-009	Asfalto RC para imprimacion	m2	17838,00	\$ 1,57	\$ 27.926,89
RB-010	Carpeta Asfaltica	m3	921,63	\$ 23,54	\$ 21.693,06
				TOTAL	\$ 795.168,01
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
PRECIO TOTAL DE LA OBRA (DE LOS RUBROS ANALIZADOS): setecientos noventa y cinco mil ciento sesenta y ocho con 01/100 dólares americanos					

Tabla nº 127: Presupuesto Referencial

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2 Análisis de precios unitarios

3.2.1 RB-001 - Desbroce, desbosque y limpieza

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:		Desbroce, desbosque y limpieza.		UNIDAD:	m2
DETALLE:		RB-001			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Tractor de Oruga D-7	2,00	80,00	160,00	0,00	0,57
Motosierra	4,00	8,00	32,00	0,00	0,11
Volquete de 12m3	3,00	35,00	105,00	0,00	0,37
SUBTOTAL					1,06
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Tractor carril/rueda	2,00	3,82	7,64	0,00	0,03
Chofer (licencia tipo E)	3,00	5,00	3,68	0,00	0,01
Engrasador	5,00	3,45	2,44	0,00	0,01
Peón	8,00	3,41	27,28	0,00	0,10
SUBTOTAL					0,15
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
Estos precios no incluyen IVA.		TOTAL COSTOS DIRECTOS			1,21
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			0,24
		OTROS INDIRECTOS 0 %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,45

Tabla nº 128: APU RB-001

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.2 RB-002 – Replanteo manual

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Replanteo manual			UNIDAD:	m2
DETALLE:	RB-002				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00			0,02	0,02
Equipo topografico	1,00	2,86	2,86	0,02	0,04
SUBTOTAL					0,07
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	5,00	3,41	17,05	0,02	0,26
Topógrafo práctico	1,00	3,82	3,82	0,02	0,06
Cadenero	2,00	3,45	6,90	0,02	0,11
SUBTOTAL					0,43
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Piola, clavos, estacas, etc	U	1,00	0,04	0,04	
SUBTOTAL					0,04
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
Estos precios no incluyen IVA.		TOTAL COSTOS DIRECTOS			0,53
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			0,11
		OTROS INDIRECTOS 0 %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			0,64

Tabla nº 129: APU RB-002

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.3 RB-003 - Excavación con maquinaria

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:		Excavación con maquinaria		UNIDAD:	m3
DETALLE:		RB-003			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00			0,07	0,04
	Excavadora	1,00	50,00	50,00	0,07
SUBTOTAL					3,55
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Excavadora (Operador)	1,00	3,82	3,82	0,07	0,27
	Engrasador	2,00	3,45	6,90	0,07
SUBTOTAL					0,75
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
Estos precios no incluyen IVA.		TOTAL COSTOS DIRECTOS			4,30
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			0,86
		OTROS INDIRECTOS 0 %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			5,16

Tabla nº 130: APU RB-003
Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.4 RB-004 - Relleno con material del sitio

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Relleno con material del			UNIDAD:	m3
DETALLE:	RB-004				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% mano de obra	1,00			0,03	0,04
Cargadora	1,00	45,00	45,00	0,03	1,32
Rodillo vibratorio Liso	1,00	30,00	30,00	0,03	0,88
Volqueta 12m3	3,00	35,00	105,00	0,03	3,08
SUBTOTAL					5,31
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cargadora frontal (operador)	1,00	3,82	3,82	0,03	0,11
Chofer (Licencia tipo E)	3,00	5,00	15,00	0,03	0,44
Rodillo autopropulsado	1,00	3,64	3,64	0,03	0,11
Engrasador	1,00	3,45	3,45	0,03	0,10
SUBTOTAL					0,76
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS			6,07
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			1,21
		OTROS INDIRECTOS 0 %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			7,29

Tabla nº 131: APU RB-004
Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.5 RB-005 - Desalojo de material

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Desalojo de material excavado			UNIDAD:	m3
DETALLE:	RB-005				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00			0,04	0,04
Cargadora	1,00	45,00	45,00	0,04	1,77
Volqueta 12m3	2,00	35,00	70,00	0,04	2,76
SUBTOTAL					4,57
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cargadora frontal (operador)	1,00	3,57	3,57	0,04	0,14
Chofer (Licencia tipo E)	2,00	5,00	10,00	0,04	0,39
Engrasador	2,00	3,45	6,90	0,04	0,27
SUBTOTAL					0,81
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
Estos precios no incluyen IVA.		TOTAL COSTOS DIRECTOS			5,38
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			1,08
		OTROS INDIRECTOS 0 %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			6,45

Tabla nº 132: APU RB-005

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.6 RB-006 - Acabado de obra básica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Acabado de obra básica			UNIDAD:	m2
DETALLE:	RB-006				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00			0,003	0,006
MOTONIVELADORA	2,00	50,00	100,00	0,003	0,27
RODILLO VIBRATORIO LISO	2,00	30,00	60,00	0,003	0,16
TANQUERO DE 3000 GLNS.	1,00	25,00	25,00	0,003	0,07
SUBTOTAL					0,50
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H R	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Motoniveladora	2,00	3,82	7,64	0,003	0,020
Rodillo autopropulsado	2,00	3,64	7,28	0,003	0,019
Chofer (Licencia tipo E)	2,00	5,00	10,00	0,003	0,027
Engrasador	5,00	3,45	17,25	0,003	0,046
SUBTOTAL					0,11
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS			0,61
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			0,12
		OTROS INDIRECTOS 0 %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			0,73

Tabla nº 133: APU RB-006

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.7 RB-007 Subbase clase 3 (CANTERA GM).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Sub-base Clase 3			UNIDAD:	m3
DETALLE:	RB-007				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00			0,02	0,05
Motoniveladora	2,00	50,00	100,00	0,02	2,42
Rodillo vibratorio Liso	2,00	30,00	60,00	0,02	1,45
Tanquero	1,00	25,00	25,00	0,02	0,61
SUBTOTAL					4,54
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H R	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Motoniveladora	2,00	3,82	7,64	0,02	0,19
Rodillo autopropulsado	2,00	3,64	7,28	0,02	0,18
Chofer (Licencia tipo E)	2,00	5,00	10,00	0,02	0,24
Engrasador	5,00	3,45	17,25	0,02	0,42
SUBTOTAL					1,02
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Sub base Clase 3	M3	0,13	4,00	0,51	
Agua	M3	0,02	2,24	0,04	
SUBTOTAL					0,55
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Material de subbase clase 3	M3	0,13	8,88	1,13	
SUBTOTAL					1,13
TOTAL COSTOS DIRECTOS					7,24
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%					1,45
OTROS INDIRECTOS 0 %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8,69

Tabla nº 134: APU RB-007 (CANTERA GM)

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.7.1 RB-007 Subbase clase 3 – (MEGAROK PLANTA CHORRILLO).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Sub-base Clase 3			UNIDAD:	m3
DETALLE:	RB-007				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00			0,02	0,05
Motoniveladora	2,00	50,00	100,00	0,02	2,42
Rodillo vibratorio Liso	2,00	30,00	60,00	0,02	1,45
Tanquero	1,00	25,00	25,00	0,02	0,61
SUBTOTAL					4,54
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H R	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Motoniveladora	2,00	3,82	7,64	0,02	0,19
Rodillo autopropulsado	2,00	3,64	7,28	0,02	0,18
Chofer (Licencia tipo E)	2,00	5,00	10,00	0,02	0,24
Engrasador	5,00	3,45	17,25	0,02	0,42
SUBTOTAL					1,02
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Sub base Clase 3	M3	0,13	6,56	0,83	
Agua	M3	0,02	2,24	0,04	
SUBTOTAL					0,88
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Material de subbase clase 3	M3	0,13	12,07	1,53	
SUBTOTAL					1,53
TOTAL COSTOS DIRECTOS					7,97
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%					1,59
OTROS INDIRECTOS 0 %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9,56

Tabla nº 135: APU RB-007 (MEGAROK PLANTA CHORRILLO)

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.7.2 RB-007 Subbase clase 3 – (MEGAROK PLANTA PICOAZA).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Sub-base Clase 3			UNIDAD:	m3
DETALLE:	RB-007				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00			0,02	0,05
Motoniveladora	2,00	50,00	100,00	0,02	2,42
Rodillo vibratorio Liso	2,00	30,00	60,00	0,02	1,45
Tanquero	1,00	25,00	25,00	0,02	0,61
SUBTOTAL					4,54
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H R	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Motoniveladora	2,00	3,82	7,64	0,02	0,19
Rodillo autopropulsado	2,00	3,64	7,28	0,02	0,18
Chofer (Licencia tipo E)	2,00	5,00	10,00	0,02	0,24
Engrasador	5,00	3,45	17,25	0,02	0,42
SUBTOTAL					1,02
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Sub base Clase 3	M3	0,13	4,62	0,59	
Agua	M3	0,02	2,24	0,04	
SUBTOTAL					0,63
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Material de subbase clase 3	M3	0,13	12,41	1,58	
SUBTOTAL					1,58
		TOTAL COSTOS DIRECTOS			7,77
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			1,55
		OTROS INDIRECTOS 0 %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			9,32

Tabla nº 136: APU RB-007 (MEGAROK PLANTA PICOAZA)

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.8 RB-008 - Base clase 4 (CANTERA GM)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Base clase 4			UNIDAD:	m3
DETALLE:	RB-008				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00			0,02	0,03
Motoniveladora	2,00	50,00	100,00	0,02	1,60
Rodillo vibratorio Liso	2,00	35,00	70,00	0,02	1,12
Tanquero	1,00	25,00	25,00	0,02	0,40
SUBTOTAL					3,15
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Motoniveladora	2,00	3,82	7,64	0,02	0,12
Rodillo autopropulsado	2,00	3,64	7,28	0,02	0,12
Chofer (Licencia tipo E)	2,00	5,00	10,00	0,02	0,16
Engrasador	5,00	3,45	17,25	0,02	0,28
SUBTOTAL					0,67
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Base clase 4	M3	0,15	5,00	0,76	
Agua	M3	0,03	2,24	0,06	
SUBTOTAL					0,82
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Material de Base clase 4	M3	1,20	8,88	10,66	
SUBTOTAL					10,66
		TOTAL COSTOS DIRECTOS			15,31
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			3,06
		OTROS INDIRECTOS 0 %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			18,37

Tabla nº 137: APU RB-008 (CANTERA GM)

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.8.1 RB-008 - Base clase 4 (MEGAROK PLANTA CHORRILLO)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Base clase 4			UNIDAD:	m3
DETALLE:	RB-008				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00			0,02	0,03
Motoniveladora	2,00	50,00	100,00	0,02	1,60
Rodillo vibratorio Liso	2,00	35,00	70,00	0,02	1,12
Tanquero	1,00	25,00	25,00	0,02	0,40
SUBTOTAL					3,15
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Motoniveladora	2,00	3,82	7,64	0,02	0,12
Rodillo autopropulsado	2,00	3,64	7,28	0,02	0,12
Chofer (Licencia tipo E)	2,00	5,00	10,00	0,02	0,16
Engrasador	5,00	3,45	17,25	0,02	0,28
SUBTOTAL					0,67
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Base clase 4	M3	0,15	8,47	1,29	
Agua	M3	0,03	2,24	0,06	
SUBTOTAL					1,35
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Material de Base clase 4	M3	1,20	12,07	14,48	
SUBTOTAL					14,48
		TOTAL COSTOS DIRECTOS			19,66
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			3,93
		OTROS INDIRECTOS 0 %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			23,60

Tabla nº 138: APU RB-008 (MEGAROK PLANTA CHORRILLO)

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.8.2 RB-008 - Base clase 4 (MEGAROK PLANTA PICOAZA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Base clase 4			UNIDAD:	m3
DETALLE:	RB-008				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00			0,02	0,03
Motoniveladora	2,00	50,00	100,00	0,02	1,60
Rodillo vibratorio Liso	2,00	35,00	70,00	0,02	1,12
Tanquero	1,00	25,00	25,00	0,02	0,40
SUBTOTAL					3,15
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Motoniveladora	2,00	3,82	7,64	0,02	0,12
Rodillo autopropulsado	2,00	3,64	7,28	0,02	0,12
Chofer (Licencia tipo E)	2,00	5,00	10,00	0,02	0,16
Engrasador	5,00	3,45	17,25	0,02	0,28
SUBTOTAL					0,67
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Base clase 4	M3	0,15	5,88	0,89	
Agua	M3	0,03	2,24	0,06	
SUBTOTAL					0,96
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Material de Base clase 4	M3	1,20	12,41	14,89	
SUBTOTAL					14,89
TOTAL COSTOS DIRECTOS					19,68
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%					3,94
OTROS INDIRECTOS 0 %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					23,61

Tabla nº 139: APU RB-008 (MEGAROK PLANTA PICOAZA)

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.9 RB-009 – Asfalto RC para imprimación

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Asfalto RC para imprimacion			UNIDAD:	m2
DETALLE:	RB-009				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1,00			0,0008	0,001
Espaciador de asfalto	1,00	45,00	45,00	0,0008	0,04
Escoba mecánica	1,00	35,00	35,00	0,0008	0,03
SUBTOTAL					0,065
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	4,00	3,41	13,64	0,0008	0,01
Chofer (Licencia tipo E)	2,00	5,00	10,00	0,0008	0,01
Engrasador	2,00	3,45	6,90	0,0008	0,01
SUBTOTAL					0,024
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
ASFALTO RC-250 KEREX	LT	1,40	0,65	0,91	
	LT	0,30	0,55	0,17	
SUBTOTAL					1,08
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
ASFALTO RC-250	LT	1,40	0,10	0,14	
SUBTOTAL					0,14
		TOTAL COSTOS DIRECTOS			1,30
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			0,26
		OTROS INDIRECTOS 0 %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,57

Tabla nº 140: APU RB-009

Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.2.10 RB-010 - Carpeta Asfáltica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Carpeta Asfáltica			UNIDAD:	m3
DETALLE:	RB-010				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMI ENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% de mano de obra	1			0,0057	0,016
Planta de asfalto	1,00	1500,00	1500,00	0,01	8,57
Rodillo neumatico	1,00	35,00	35,00	0,01	0,20
Terminadora de asfalto	1,00	105,00	105,00	0,01	0,60
Cargadora	2,00	45,00	90,00	0,01	0,51
Volqueta 8m3	5,00	35,00	175,00	0,01	1,00
Rodillo Tambor Tambor	1,00	35,00	35,00	0,01	0,20
SUBTOTAL					11,10
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO H	RENDIMI ENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	6,00	3,41	20,46	0,01	0,12
Planta de emulsión asfáltica	1,00	3,82	3,82	0,01	0,02
Engrasador	5,00	3,45	17,25	0,01	0,10
Rodillo autopropulsado	2,00	3,64	7,28	0,01	0,04
Distribuidor asfalto	2,00	3,64	7,28	0,01	0,04
SUBTOTAL					0,32
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Asfalto AC20	Lt	10,00	0,65	6,50	
Agregados para carpeta asfáltica	m3	0,01	15,40	0,15	
Cisco	m3	0,05	16,90	0,85	
Arena de mar	m3	0,003	14,50	0,04	
Aditivo para adherencia de asfalto e=1"/2"	m2	1,00	0,65	0,65	
SUBTOTAL					8,19
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS			19,61
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%			3,92
		OTROS INDIRECTOS 0 %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			23,54

Tabla nº 141: APU RB-010
Elaborado por: Los Autores



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

3.3 Cronograma Valorado de trabajo

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO																			
PROYECTO:																			
DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCION DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO - CANTÓN PORTOVIEJO																			
ITEM	DESCRIPCION	MONTO	%	TIEMPO DE EJECUCION EN SEMANAS								TIEMPO DE EJECUCION EN SEMANAS							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
RB-001	Desbroce, desbosque y limpieza.	\$ 43.139,99	5,43	\$ 21.570,00	\$ 21.570,00														\$ 43.139,99
RB-002	Replanteo manual	\$ 19.000,76	2,39		\$ 9.000,00	\$ 10.000,76													\$ 19.000,76
RB-003	Excavación con maquinaria	\$ 248.518,56	31,25				\$ 80.987,00	\$ 100.598,00	\$ 66.933,56										\$ 248.518,56
RB-004	Relleno con material del sitio	\$ 298.029,45	37,48					\$ 90.589,00	\$ 100.988,00	\$ 90.558,00	\$ 15.894,45								\$ 298.029,45
RB-005	Desalojo de material excavado	\$ 46.959,14	5,91							\$ 20.000,00	\$ 26.959,14								\$ 46.959,14
RB-006	Acabado de obra básica	\$ 13.087,58	1,65								\$ 6.000,00	\$ 7.087,58							\$ 13.087,58
RB-007	Sub-base Clase 3	\$ 40.060,13	5,04								\$ 13.353,38	\$ 13.353,38	\$ 13.353,38						\$ 40.060,13
RB-008	Base clase 4	\$ 36.752,45	4,62										\$ 12.250,82	\$ 12.250,82	\$ 12.250,82				\$ 36.752,45
RB-009	Asfalto RC para imprimacion	\$ 27.926,89	3,51												\$ 13.963,45	\$ 13.963,45			\$ 27.926,89
RB-010	Carpeta Asfaltica	\$ 21.693,06	2,73														\$ 7.231,02	\$ 7.231,02	\$ 21.693,06
MONTO TOTAL		\$ 795.168,01	100,00	1° SEMANA	2° SEMANA	3° SEMANA	4° SEMANA	5° SEMANA	6° SEMANA	7° SEMANA	8° SEMANA	9° SEMANA	10° SEMANA	11° SEMANA	12° SEMANA	13° SEMANA	14° SEMANA	15° SEMANA	16° SEMANA
MONTO PARCIAL				21.570,00	30.570,00	10.000,76	80.987,00	191.187,00	167.921,56	110.558,00	62.206,97	20.440,96	25.604,19	12.250,82	26.214,26	13.963,45	7.231,02	7.231,02	7.231,02
PORCENTAJE PARCIAL				2,71%	3,84%	1,26%	10,18%	24,04%	21,12%	13,90%	7,82%	2,57%	3,22%	1,54%	3,30%	1,76%	0,91%	0,91%	0,91%
MONTO ACUMULADO				21.570,00	52.139,99	62.140,75	143.127,75	334.314,75	502.236,31	612.794,31	675.001,28	695.442,23	721.046,43	733.297,24	759.511,51	773.474,95	780.705,97	787.936,99	795.168,01
PORCENTAJE ACUMULADO				2,71%	6,56%	7,81%	18,00%	42,04%	63,16%	77,06%	84,89%	87,46%	90,68%	92,22%	95,52%	97,27%	98,18%	99,09%	100,00%

Tabla nº 142: Cronograma valorado
Elaborado por: Los Autores



CAPÍTULO IV

4 Planos de detalles

Para los archivos de dibujo del proyecto se presentará en la plataforma CAD en formato DWG, las láminas mantendrán las coordenadas del proyecto en el origen X, Y, Z, de AutoCAD (UCS World) como menciona la SECCIÓN 2A.402 PLANOS de la norma NEVI-12. Se utilizará una lámina formato A3 para el presente documento.

Los planos realizados se adjuntarán como anexo al final del documento por fines prácticos.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

CONCLUSIONES

- Una vez realizada y procesada en primera instancia la topografía del sector se pudo definir los datos previamente obtenidos a través de la cartografía así como también de imágenes satelitales por medio del Google Earth, en la cual se determinó que el sector donde se implantará el proyecto era prácticamente un terreno ondulado, lo cual su alineamiento vertical sería su principal factor en el diseño de la vía de ingreso.
- Con la ayuda del AutoCAD Civil 3D se pudo definir el trazado más conveniente para el proyecto cumpliendo con todos los requerimientos y limitaciones tanto horizontales como verticales establecidas en la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12).
- Efectuando los ensayos de granulometría, compactación y de CBR se determinó que el tipo de suelo del proyecto es de tipo limo arcilloso, con un valor de CBR de 2.73%, como la vía es agrícola forestal y los materiales donde se va abastecer tanto de base y Subbase tiene CBR por encima de la norma se concluyó que no es necesario ubicar capa de mejoramiento.
- Siguiendo los procedimientos de manera rígida para el método de diseño de pavimento flexible propuesto por la AASHTO, se determinó los espesores para cada una de las capas del pavimento y dando a lugar la sección típica de la vía.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- Con el fin de drenar el agua se ubicaron alcantarillas en puntos precisos, para que el agua fluya por su cauce sin ningún inconveniente y para evitar daños causados por éste a la estructura del pavimento.

- Por última instancia se cuantificó los volúmenes de obra y se estimó un presupuesto referencial del proyecto, donde se investigó precios de los materiales de tres tipos de cantera, el cuál por precios y calidad se determinó con la cantera GM dando un valor total del presupuesto relacionado con el tipo de vía diseñada.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

RECOMENDACIONES

- Como recomendación general para este tipo de proyecto, es de considerar el uso de la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12), cuya norma se encuentra vigente desde el año 2013.
- De manera particular se recomienda realizar nuevos proyectos viales en el sector para darle continuidad al camino y para comunicarse con futuras vías, con fin de impulsar el desarrollo y mejorar la calidad de vida de las personas del sector.



BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION
OFFICIALS. (2011). *A Policy on Geometric Design of Highways and
Streets*. Washington, DC.

American Association of State Highway, & Transportation Officials. (1993).
AASHTO Guide for Design of Pavement Structures (Vol. 1). AASHTO.

Asphalt Institute. (1981). *Thickness design-asphalt pavements for highways and
streets* (Vols. MS-1). Asphalt Institute.

Blázquez, L. (1982). *Mecanica de Suelos* (2 da Edicion ed.). México: Dimsa.

GAD Municipal de Montecristi. (2011). *Plan de Desarrollo Cantonal y Plan de
Ordenamiento Territorial del Cantón Montecristi*. Obtenido de Sistema
Nacional de Información: [http://app.sni.gob.ec/sni-
link/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/1360001010001/PDyOT/2602201
3_101418_PDOT%20CANTON%20MONTECRISTI_final.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/1360001010001/PDyOT/26022013_101418_PDOT%20CANTON%20MONTECRISTI_final.pdf)

GAD Provincial de Manabí. (2010). *Plan de Desarrollo Agropecuario Sostenible
Manabi*. Obtenido de Issuu: [http://issuu.com/telandweb/docs/plan-de-
desarrollo-agropecuario-sostenible-de-mana/3?e=8611001/3658549](http://issuu.com/telandweb/docs/plan-de-desarrollo-agropecuario-sostenible-de-mana/3?e=8611001/3658549)

Gobierno Provincial de Manabí. (2017). *www.manabi.gob.ec*. Obtenido de
Portoviejo: <http://www.manabi.gob.ec/cantones/portoviejo>



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Hugo. (28 de Mayo de 2010). *libro-pavimentos.blogspot.com*. Obtenido de Factores equivalentes de carga (II): <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2010/05/factores-equivalentes-de-carga-ii.html>

INAMHI. (2015). *Anuario Metereológico N° 52-2012*. Obtenido de Servicio Meteorológico: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>

INAMHI. (2015). *Red de Estaciones Metereológicas*. Obtenido de Servicio Meteorológico: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/red-de-estaciones-meteorologicas/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (09 de 2002). Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina. *NTE INEN 2 204:2002*. Quito, Ecuador. Obtenido de http://www.ant.gob.ec/old/index.php/manuales-zimbra/doc_download/293-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-2-2042002.

Instituto Geográfico Militar. (1986). *Mapa General de Suelos del Ecuador*. Obtenido de Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo: <http://www.secsuelo.org/>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2011). *Características Hidrogeológicas - Manabí*. Obtenido de Issuu: http://issuu.com/inamhi/docs/caract._hidrogeologica-manabi



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Jaramillo, G. (1991). Curso Post Universitario de Fiscalización en la Construcción de Carreteras. En J. Gustavo, *Curso Post Universitario de Fiscalización en la Construcción de Carreteras* (págs. 7-38). Guayaquil: Universidad Católica.

Juan, M. (2002). Manual de Diseño de Carreteras. En M. Juan, *Diseño de Carreteras* (págs. 105,106,135,145). Quito.

Juárez Badillo, E., & Rico, A. (1969). *Mecánica de suelos, Tomo I; Fundamentos de la Mecánica de Suelos* (3a ed.). México: Limusa. Obtenido de <http://4.bp.blogspot.com/-DErRYfxe1c4/TaSZs6TTnCI/AAAAAAAAAJA/SF5zpVn4LUg/s1600/6.gif>

La Hora. (s.f.). *Derecho Ecuador*. Obtenido de Revista Judicial Derecho Ecuador: <http://www.derechoecuador.com/productos/producto/catalogo/registros-oficiales/2000/septiembre/code/17113/registro-oficial-25-de-septiembre-del-2000>

Llvisaca, J. (2014). *Estudio, Diseño Geométrico y Geotécnico de la vía que conduce a los depósitos conjuntos de municiones "Taura"*. Tesis doctoral, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Carrera de Ingeniería Civil, Sangolquí.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial: Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes* (Vol. 3). Quito: MTOP. Obtenido de <http://www.obraspublicas.gob.ec/wp->



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial: Norma para Estudios y Diseños Viales* (Vol. 2A). Quito: MTOP. Obtenido de Obras Públicas: http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial: Norma para Estudios y Diseños Viales* (Vol. 2B). Quito: MTOP. Obtenido de https://dl.dropboxusercontent.com/u/64456934/Infraestructura%20del%20Transporte/NEVI-12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2B.pdf

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial: Procedimientos para Proyectos Viales* (Vol. 1). Quito: MTOP. Obtenido de Obras Públicas: http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_1.pdf

Montejo, A. (2006). *Ingeniería de Pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño* (Tercera ed., Vol. 1). Bogotá: Universidad Católica de Colombia.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

NEVI12. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12)*. Obtenido de Ministerio de Transporte y Obras Públicas: <http://www.obraspublicas.gob.ec/norma-ecuatoriana-vial-nevi-12/>

Sanchez, F. (24 de 10 de 2015). *Caracterización del Tránsito*. Obtenido de Escuela Colombiana de Ingeniería: http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina_via/modulos/MODULO%204.pdf

Universidad Técnica Particular de Loja. (s.f.). *Competencias Técnicas de Laboratorista en Vialidad*. Universidad Técnica Particular de Loja, Unidad de Ingeniería Civil, Geología y Minas.

Vásquez Varela, L. R. (2004). Ecuación AASHTO 93. Manizales, Colombia.

Vera, R. (31 de Enero de 2013). *libro-pavimentos.blogspot.com*. Obtenido de Ensayos de suelos - IV: <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2013/01/>

Villalaz, C. (1994). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México: Limusa.



ANEXOS



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Los siguientes parámetros pertenecen al Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador.

EJECUCIÓN DE SISTEMA VIAL

1. Objeto

Los siguientes parámetros establecen un conjunto de criterios básicos para la construcción de un sistema vial

2. Alcance

Se describen los parámetros constructivos para la ejecución de un sistema vial

3. Definiciones

- 3.1. Abandono de un proyecto.- Etapa donde se recuperan las condiciones ambientales de una zona o lugar donde se ejecutó el proyecto.
- 3.2. Acarreo libre.- Traslado de materiales de materiales excavados hasta una distancia determinada, sin derecho a una compensación adicional por este trabajo.
- 3.3. Accesibilidad.- Facilidad de acceder a un lugar una persona o cosa.
- 3.4. Acera.- Parte de una carretera o puente construida exclusivamente para el uso de peatones.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- 3.5. Alcantarilla.- Estructura no clasificada como puente, destinada a proporcionar un cause libre de agua
- 3.6. Asfalto.- Betún sólido, semisólido o líquido, de color negro o pardo oscuro, encontrado en depósitos naturales u obtenidos artificialmente como un residuo del petróleo.
- 3.7. Base.- Capa (o capas), de espesor definido, de materiales sujetos a determinadas especificaciones, colocada sobre la subbase o la subrasante para soportar las capas de superficie de rodadura.
- 3.8. Calzada.- Parte del camino donde circulan los vehículos, incluyendo los carriles auxiliares, pero excluyendo los espaldones.
- 3.9. Camino.- Vía publica rural usada para el transito general, con exclusión de las vías férreas.
- 3.10. Cantera.- Yacimiento rocoso que requiere el uso de explosivos para la explotación de materiales de construcción.
- 3.11. Capa vegetal.- se comprende como toda la vegetación que cubre una determinada área a ser excavada o rellenada.
- 3.12. Capacidad Portante.- Aptitud de un suelo o roca, en desmonte; relleno o capa de firme para soportar las cargas del tránsito.
- 3.13. Capa de rodadura o superficie.- capa superior de la calzada de material especificado, designada a dar comodidad al tránsito.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- 3.14. Carretera.- Camino que se diseña y se construye con especificaciones adecuadas para un tránsito vehicular importante.
- 3.15. Carril.- Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.
- 3.16. Cimientos.- Materiales en el sitio sobre los cuales se funda una estructura.
- 3.17. Compactación.- Aumento de la “densidad” de un determinado suelo o CAPA DEL FIRME al comprimirlo empleando medios mecánicos.
- 3.18. Contenido de humedad.- En mecánica de suelos, es el peso del agua contenida en la muestra del suelo (libre, absorbida, capital, o higroscópica), expresada como porcentaje del peso de la misma muestra secada al horno a 110°C., hasta que ella no registre variaciones de su peso.
- 3.19. Corona.- Es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino, o sean las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o las interiores de las cunetas.
- 3.20. Cronograma de trabajo.- Es la interpretación en una gráfica de tiempo la cronología de un hecho o trabajo que se representa en un par de ejes de coordenadas, al eje de las abscisas se divide en fracciones de tiempo, por ejemplo, días, semanas, meses, años, y en el eje de coordenadas se describe la tarea a realizar.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- 3.21. Densidad.- Se usa en el sentido de “peso unitario” de un determinado suelo o capa de firme. Puede determinarse para diferentes condiciones de contenido de agua y distintas energías de compactación.
- 3.22. Densidad máxima de laboratorio.- “peso unitario máximo” que se logra compactando en el laboratorio una muestra de suelos o agregados, de acuerdo con un método de ensayo establecido (Proctor, Standar o Modificado) y que sirve como referencia para el control de la compactación en el campo del mismo material.
- 3.23. Ensayos de CBR.- Pruebas efectuadas en el laboratorio con muestras alteradas, inalteradas o compactadas, saturadas o no; o realizadas en el terreno “In Situ”, con el contenido de humedad existente, para obtener el valor de soporte de california.
- 3.24. Espaldón.- Parte contigua a la calzada necesaria para el estacionamiento temporal de vehículos, las maniobras de emergencia y el soporte lateral del pavimento.
- 3.25. Estabilización.- tratamiento que se aplica a los suelos o a las capas del firme mediante la adición de un ligante (cal, cemento, asfalto, productos químicos, etc.), para mejorar sus características mecánicas y conseguir un suelo o capa firme capaz de soportar los esfuerzos impuestos por las cargas del tránsito y resistir la acción de los agentes atmosféricos, conservando materialmente uniforme su volumen.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- 3.26. Estructura de pavimento.- Combinación de capas de SUBBASE, BASE, SUPERFICIE o RODADURA colocadas sobre una SUBRASANTE, para soportar las cargas del tránsito y dividir los esfuerzos en la plataforma
- 3.27. Esviaje.- Angulo formado por el eje de una alcantarilla, rio o camino, y la línea perpendicular al eje de la carretera que es cruzada por estos elementos.
- 3.28. Hormigón.- Mezcla de Áridos, de especificada granulometría, y un agente ligante. El tipo general de hormigón se define según la clase del ligante empleado y/o el elemento o aditivo que le confiere características especiales (hidráulico, asfáltico, armado epóxico).
- 3.29. Humedad natural.- Contenido total de agua en una capa de suelo en condiciones naturales.
- 3.30. Materiales.- Cualesquiera sustancias simples y/o compuestas que estén especificadas para uso en la construcción de una obra.
- 3.31. Replanteo.- Demarcación en el terreno de puntos de control del proyecto, necesarios para realizar la obra.
- 3.32. Riego de imprimación.- Aplicación de asfalto liquido de baja viscosidad, a un suelo o capa de firme, para hacerlo impermeable y facilitar la unión con la capa superior.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- 3.33. Sub-base.- Capas de espesor definido, de materiales que cumplen determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre una subrasante aprobada, para soportar la Capa de Base.
- 3.34. Subsuelo.- Terreno de fundación debajo de la subrasante. Se emplea también para designar el suelo que se encuentra debajo de la superficie sobre la que se construirá el relleno o terraplén.
- 3.35. Suelo.- Es la capa superficial más externa de la superficie terrestre, constituida por sustancias minerales y orgánicas.
- 3.36. Terraplen.- Construcción elevada sobre el terreno natural, compuesta de suelo, roca o una combinación de los dos, la cual constituye la obra básica del camino en zonas de relleno.
- 3.37. Via.- Area debidamente acondicionada para el paso de peatones, cabalgaduras o vehículos.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1. Zonificación y clima

- 4.1.1. Dependiendo la zona donde se realizará el proyecto se debe considerar el factor clima, ya que existen zonas donde las precipitaciones varían por zona y por temporada. En vías un correcto drenaje permite un mejor comportamiento en el sitio donde funcionara. Los diferentes climas que existen en el ecuador son:



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- Clima tropical megatérmico semi-árido: Afecta a la franja costanera donde las precipitaciones anuales son inferiores a 500mm. Las temperaturas medias anuales son mayores a 24° C.
- Clima tropical megatérmico seco a semi-húmedo: Se presenta en una franja longitudinal en la que la precipitación varía de 500mm a 1000mm, la estación seca es muy marcada; la temperatura media es de 25° C.
- Clima tropical megatérmico húmedo: se presenta en la zona oriental de la provincia, la precipitación varía entre 1000mm y 2000mm. La temperatura media es de 25° C.

4.2. Topografía

4.2.1. En todo proyecto de ingeniería más aun vial, la topografía es el punto de inicio para la ejecución de cualquier trabajo, ya que proporciona los datos reales del sitio donde se ejecuta el proyecto, tanto en planimetría como en altimetría.

4.2.1.1. El alineamiento horizontal es una proyección sobre un plano horizontal en el cual la vía está representada por su eje y por sus bordes izquierdos y derechos.

4.2.1.2. El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona del camino.



4.3. Estudio de suelos

4.3.1. La determinación del tipo del suelo al igual que los estudios topográficos se los realiza antes de la fase de construcción de cualquier obra vial, siendo el suelo un factor que influye directamente en los cálculos para el diseño del pavimento, es decir, el suelo es un elemento que interviene en la determinación del espesor de las capas de la estructura del pavimento así como en el costo de las mismas.

4.3.1.1. El ensayo de granulometría es un proceso mecánico mediante el cual se separan las partículas de un suelo con sus diferentes tamaños mediante tamices, como indica la norma.

4.3.1.2. El ensayo de compactación o también llamado Próctor, tiene como finalidad obtener la humedad óptima de un suelo. La humedad óptima es aquella humedad para la cual la densidad del suelo es máxima.

4.3.1.3. El ensayo para determinar la relación humedad-densidad se realiza para determinar el contenido de humedad y la unidad de masa (densidad) en kg/cm^3 de las muestras compactadas. El ensayo del C.B.R. sirve para determinar la relación de soporte de California CBR (California Bearing Ratio) del suelo, de subrasante, capas de base, subbase y de afirmado.



4.4. Estructura de la vía

4.4.1. La Sub-base son capas de espesor definido que cumplen determinadas especificaciones.

4.4.2. La Base son capas de espesor definido que cumplen determinadas especificaciones

4.4.3. El Hormigón asfáltico o también hormigón bituminoso consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales.

4.5. Drenaje transversal

4.5.1. El caudal de contribución está en función del área donde se presentan el mayor número de precipitaciones, el medio topográfico y ambiental.

4.5.2. El caudal de capacidad está en función del tipo de tubería que emplearemos y la pendiente que se adopta para su funcionamiento.

5. DISPOSICIONES ESPECIFICAS

5.1. Sistema de coordenadas

5.1.1. El **sistema de coordenadas geográficas UTM** (Universal Transverse Mercator) se utiliza para referenciar cualquier punto de la superficie terrestre, utilizando para ello un tipo particular de proyección cilíndrica para representar la Tierra sobre el plano. Estos valores se obtendrán



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

mediante un GPS de alta precisión para lo que es la localización y el punto de partida de nuestro proyecto.

5.2. Macrolocalizacion

5.2.1. Los diferentes parámetros podremos encontrar serán las zonas climáticas, estaciones meteorológicas, valores pluviométricos mensuales, isoyetas y el tipo de suelo donde se localiza la fundación.

5.2.1.1. Las zonas climáticas por medio del GAD Provincial de Manabí, 2010 se pueden determinar la variación de temperatura en función de los grados, milímetros de agua y los 12 meses del año.

5.2.1.2. Las estaciones meteorológicas contienen coordenadas en las cuales podremos encontrarlas como es el caso de la estación de San Miguel M1090 con sus respectivos valores pluviométricos mensuales por medio del anuario meteorológico nº52-2012-2015 del INAMHI.

5.2.1.3. Los suelos se los puede determinar por medio del Mapa General de Suelos en el Ecuador del Instituto Geográfico Militar.

5.3. Replanteo con estación total

5.3.1. Con ayuda de la estación procedemos partiendo de un punto referencial (BM) al nivel del mar en coordenadas 17M y UTM con el gps de alta precisión, es importante saber llevar un orden de recolección



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

tanto de paralelas y ejes para así ser posible un mejor ingreso de datos a la hora de ingresar los datos al AUTOCAD CIVIL 3D

5.4. AUTOCAD CIVIL 3D

5.4.1. Este software nos permite una mayor facilidad a la hora de ingresar los datos de replanteo, ya que con él se pueden considerar las variables en la norma NEVI-12 con la cual se sustentara este proyecto.

5.4.2. El Trafico Promedio Diario Anual nos determinamos el número de carriles con el ancho de vía y su respectiva Velocidad de Diseño.

5.4.3. El alineamiento horizontal estará en función de la Velocidad de Diseño con la cual podremos definir los parámetros más aptos por medio de la siguiente expresión:

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

Dónde:

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.

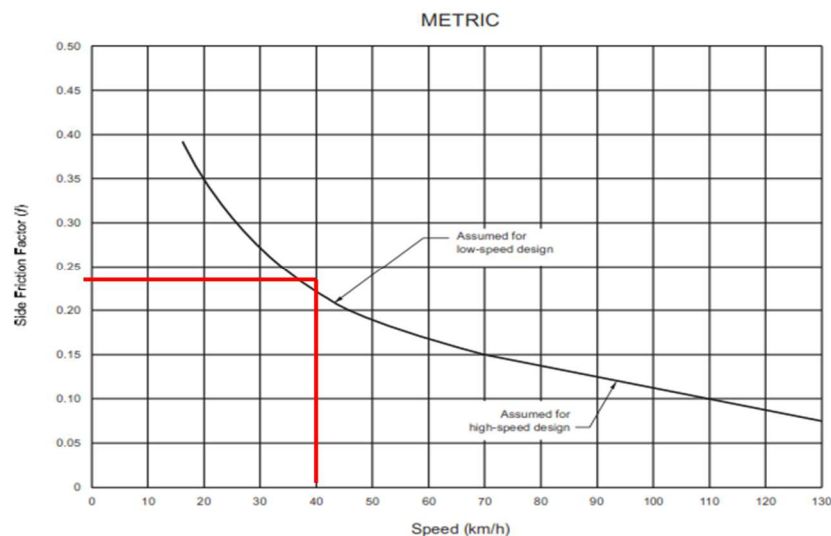


DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

5.4.4. Determinamos por medio de la funcionabilidad de la vía como es el caso de una zona rural montañosa la tasa de sobrelevación incluyendo el factor de fricción lateral que mediante el esquema de la AASHTO en función de la velocidad de diseño lo podremos determinar.



5.4.5. El grado de curva o de curvatura (G_c) es el ángulo sustentado en el centro de un círculo de radio R por un arco de 100 pies o de 20 metros, según el sistema de medidas utilizado. Para nuestro país, que se rigen por el sistema métrico, se utiliza la siguiente expresión:

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

5.4.6. Por medio del Ministerio de Transporte y Obras públicas obtenemos en base al radio mínimo y grado de curvatura se puede determinar el radio para el diseño horizontal.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO

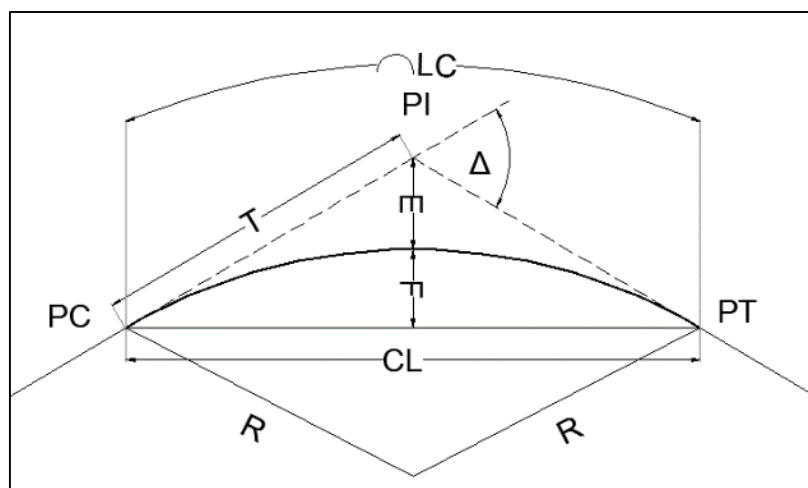


ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

5.4.7. Las curvas horizontales se procederá a replantear con la siguiente nomenclatura aplicadas en la asignatura vías como son:

5.4.8. Para determinar la tangente intermedia mínima (TIM), se recurrió a las normas ya derogadas del diseño geométrico del MTOP, por no tener a detalle el cálculo de este parámetro en las normas NEVI-12.

$$TIM = \frac{4}{3} \times L + 2 \times x$$



Donde:

PC: Punto en donde empieza la curva simple

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PT: Punto en donde termina la curva simple

R: Radio de la curva circular.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

- Δ:** Ángulo de deflexión.- El que se forma con la prolongación de uno de los alineamientos. Es igual al ángulo central subtendido por el arco.
- LC:** Longitud de la curva.- Es la longitud del arco entre el PC y el PT.
- T:** Tangente.- Es la distancia entre el PI y el PC o entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes
- E:** External.- Es la distancia mínima entre el PI y la curva.
- F:** Ordenada media.- Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva.
- CL:** Cuerda larga.- Es la recta comprendida entre el PC y el PT puntos de la curva.

5.4.9. En el alineamiento vertical tendremos 2 clases de curvas las cuales se clasifican en cóncavas y convexas, se define en cada una de ellas en función a la velocidad de diseño el índice de curvatura K, multiplicado por la diferencia algebraica de las pendientes con la siguiente expresión:

$$LCV = K \times A$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Table 3-34. Design Controls for Crest Vertical Curves Based on Stopping Sight Distance

Metric				U.S. Customary			
Design Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)	Rate of Vertical Curvature, K ^a		Design Speed (mph)	Stopping Sight Distance (ft)	Rate of Vertical Curvature, K ^a	
		Calculated	Design			Calculated	Design
20	20	0.6	1	15	80	3.0	3
30	35	1.9	2	20	115	6.1	7
40	50	3.8	4	25	155	11.1	12
50	65	6.4	7	30	200	18.5	19
60	85	11.0	11	35	250	29.0	29
70	105	16.8	17	40	305	43.1	44
80	130	25.7	26	45	360	60.1	61
90	160	38.9	39	50	425	83.7	84
100	185	52.0	52	55	495	113.5	114
110	220	73.6	74	60	570	150.6	151
120	250	95.0	95	65	645	192.8	193
130	285	123.4	124	70	730	246.9	247
				75	820	311.6	312
				80	910	383.7	384

^a Rate of vertical curvature, K, is the length of curve per percent algebraic difference in intersecting grades (A), $K = L/A$.

Table 3-36. Design Controls for Sag Vertical Curves

Metric				U.S. Customary			
Design Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)	Rate of Vertical Curvature, K ^a		Design Speed (mph)	Stopping Sight Distance (ft)	Rate of Vertical Curvature, K ^a	
		Calculated	Design			Calculated	Design
20	20	2.1	3	15	80	9.4	10
30	35	5.1	6	20	115	16.5	17
40	50	8.5	9	25	155	25.5	26
50	65	12.2	13	30	200	36.4	37
60	85	17.3	18	35	250	49.0	49
70	105	22.6	23	40	305	63.4	64
80	130	29.4	30	45	360	78.1	79
90	160	37.6	38	50	425	95.7	96
100	185	44.6	45	55	495	114.9	115
110	220	54.4	55	60	570	135.7	136
120	250	62.8	63	65	645	156.5	157
130	285	72.7	73	70	730	180.3	181
				75	820	205.6	206
				80	910	231.0	231

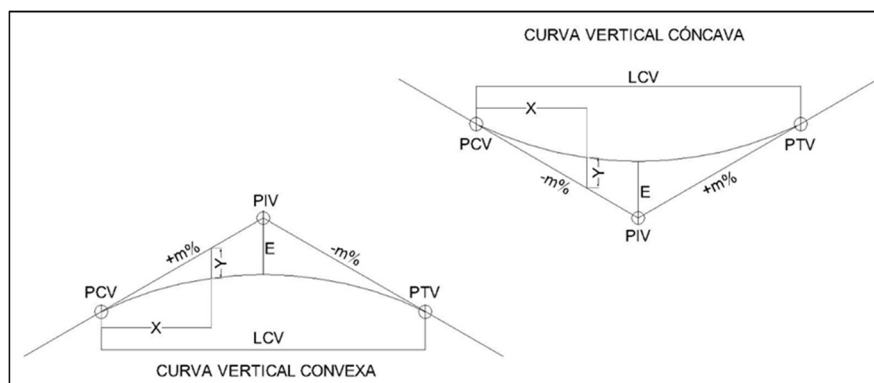
^a Rate of vertical curvature, K, is the length of curve (m) per percent algebraic difference intersecting grades (A), $K = L/A$.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA



5.4.10. Las pendientes máximas En los tramos en corte se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2% (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

	Orografia	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	6	6
	100	6	5	5	5
	110	5	5	5	5

5.4.11. Se procede a replantear cada una de las curvas verticales con los parámetros antes mencionados he ingresados en el AUTOCAD CIVIL 3D.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Datos de la Curva Vertical N°1

Tipo = Convexa

M1= 0,400%

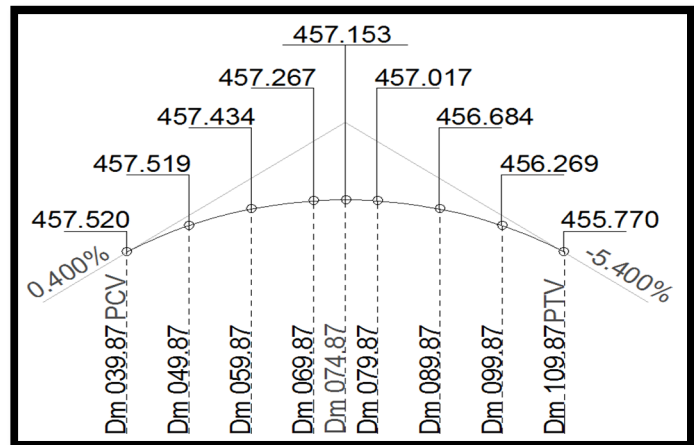
M2= -5,400%

Abscisa PIV= Dm 074,87

Cota PIV= 70

LCV = 70

LCV/2= 35



5.5. Datos del estudio de suelos

5.5.1. Es de suma importancia realizar el estudio de suelos con los criterios de la NEVI-12 que establecen que cada 500 mt se realizara una perforación de 1.50 mt de alto con el fin de recolectar muestras y conservarlas en un ambiente con el fin de conocer las propiedades del mismo.

5.5.2. El ensayo de granulometría describe el procedimiento para la determinación cuantitativa de la distribución del tamaño de las partículas del suelo. Se realiza por medio de la siguiente expresión:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso acumulado en cada tamiz}}{\text{Peso Total}} * 100$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

5.5.3. El ensayo de compactación también llamado Próctor, tiene como finalidad obtener la humedad óptima de un suelo. La humedad óptima es aquella humedad para la cual la densidad del suelo es máxima. El método B dado en la norma ASTM y AASHTO se representa de la siguiente manera:

Próctor Modificado AASTHO T – 180	
Martillo: 10libras (4.536 ± 0.009) kg – Altura de caída: 18 in (457 ± 2) mm	
	MÉTODO B
Material	Pasa el tamiz No. 4
Molde	6"
No. de capas	5
No. de golpes por capa	56
Volumen del molde	2032.22 cm ³

5.5.4. Los cálculos hechos son para determinar el contenido de humedad y la unidad de masa (densidad) en kg/cm³ de las muestras compactadas. La densidad (unidad de masa) del suelo deberá ser trazado como ordenadas y el contenido de humedad como abscisas.

$$W = \frac{P1 - P2}{P2 - P4} \times 100$$

$$D_h = \frac{\text{Peso de la muestra humedad}}{\text{volumen}}$$

$$D_s = \frac{D_h}{(1 + \frac{W}{100})} \times 100$$



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Donde:

W = Porcentaje de humedad en el espécimen.

P1 = Masa del recipiente y suelo mojado;

P2 = Masa del recipiente y suelo seco.

P4 = Masa del recipiente;

Ds = Peso unitario seco (kg/cm³) del suelo compactado

Dh = Peso unitario húmedo (kg/cm³) del suelo compactado

5.5.5. Consiste en comparar la presión necesaria para penetrar un pistón, en una muestra de suelo dada. El valor del CBR es la relación, expresada como un porcentaje, entre la presión necesaria para que el pistón penetre los primeros 2.5mm y la presión necesaria para obtener la misma penetración en el material, los valores que se presentan pueden ser muy variables y van desde 2% a 3% para arcillas plásticas hasta 70% en materiales granulares de buena calidad (American Association of State Highway, & Transportation Officials, 1993).

5.6. Diseño de pavimento flexible

5.6.1. La base consiste en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribado, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se coloca sobre una subbase terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

alineamientos, pendiente y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

5.6.2. Este trabajo consistirá en la provisión, mezclado, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado del material de subbase granular compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificaciones en la Sección 816 Subbases de áridos (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

5.6.3. La carpeta asfáltica consiste en una capa bituminosa fabricada en caliente, y construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

5.6.4. El transito es un factor esencial para el diseño de pavimentos, lo cual hace necesario determinar los efectos que producen las cargas de los vehículos sobre el pavimento.

5.6.5. Para el cálculo del tráfico promedio diario anual se contabilizo los tipos de vehículos que transitan en la zona por día en el transcurso de una semana, los cuales lo detallaremos en la presente tabla:

VEHICULOS	DIAS							TOTAL
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
LIVIANOS	3	2	3	1	3	3	4	19
CAMIONES 2 EJES	0	1	0	1	0	0	0	2
VOLQUETAS 2 EJES	1	0	0	0	1	0	0	2
TPDA (ACTUAL)								23



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

5.6.6. Con el objeto de evaluar el efecto, en un pavimento flexible, número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño y durante el período de diseño (n), se lo realiza de con la siguiente formula:

$$N = To \times FDT \times LEFt \times FCT \times FRS \times 365$$

Donde se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

To = Tráfico inicial

FDT = Factor de distribución de tráfico por carril.

LEFT= Factor de equivalencia de carga total.

FRS= Coeficiente de reparto por sentido

Además el factor de crecimiento de transito que se lo determina con la siguiente formula.

$$FCT = \frac{(1 + r)^n - 1}{Ln(1 + r)}$$

$$FCT = \frac{(1 + 4.5\%)^n - 1}{Ln(1 + 4.5\%)}$$

$$FCT = 21.25$$

5.7. Diseño del drenaje

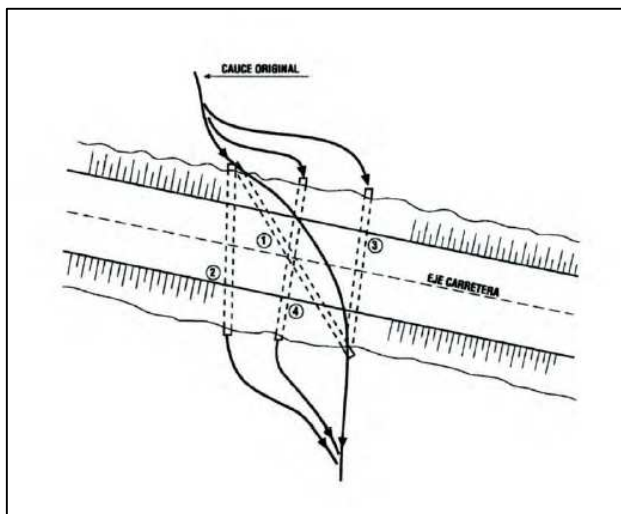


DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

5.7.1. Dependiendo de la dirección del cauce y del eje de la carretera, existen cuatros casos para la ubicación de la alcantarilla, como se detalla a continuación:



5.7.2. Para el presente proyecto se utilizará el Método Racional para determinar el caudal de la cuenca. Cabe resaltar que el método es aplicable siempre y cuando las cuencas sean menores de 2500 hectáreas (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

5.7.3. Con la ayuda de los softwares AutoCAD Civil 3D y de Google Earth, se determinó el área total de análisis del proyecto, cuyo valor es inferior a 2500 hectáreas y por lo tanto el método es aplicable.

5.7.4. Para determinar el caudal que contribuirá la cuenca, se empleará la ecuación del Método Racional, Tiempo de Concentración e Intensidad de precipitación.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

5.7.5. Para determinar el caudal de capacidad de la alcantarilla, se debe tomar en cuenta el diámetro de la tubería; del cual pueda soportar el caudal que contribuya la cuenca o el área aportante para dicha alcantarilla. Para ello se utilizara la ecuación de Manning.



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Análisis comparativo de material de Subbase y Base de otras canteras.

CAPAS	TIPO	COEFICIENTE ESTRUCTURA L (ai)	MODULOS RESILIENTES	COEFICIENTE DE DRENAJE (mi)	NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO	ESPESOR EFECTIVO (PULG)	ESPESOR ADOPTADO (PULG)	NUMERO ESTRUCTURAL REAL
CAPA DE RODADURA	ASFALTO	0,43	400000	-	SN1 1,06	d1 2,47	2	SN1r 0,86
BASE	BASE CLASE 4	0,136	29000	1	SN2 1,43	d2 4,19	4	SN2r 1,40
SUBBASE	SUBBASE CLASE 3	0,11	15000	1	SN3 2,38	d3 8,87	10	SN3r 2,50
SUBRASANTE	TERRENO NATURAL	-	4095	1				

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 \text{SN} = & \text{a1} & \text{d1} & + & \text{a2} & \text{d2} & \text{m2} & + & \text{a3} & \text{d3} & \text{m3} \\
 2,504 = & 0,43 & 2 \text{ Pulg} & + & 0,136 & 4 \text{ Pulg} & 1 & + & 0,11 & 10 \text{ Pulg} & 1
 \end{array}$$

$$2,504 \geq 2,38$$

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
CANTERA PLANTA CHORRILLO					
PROYECTO: DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCION DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO - CANTÓN PORTOVIEJO					
CÓDIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
RB-001	Desbroce, desbosque y limpieza.	m2	29730,00	\$ 1,45	\$ 43.139,99
RB-002	Replanteo manual	m2	29730,00	\$ 0,64	\$ 19.000,76
RB-003	Excavación con maquinaria	m3	48177,45	\$ 5,16	\$ 248.518,56
RB-004	Relleno con material del sitio	m3	40902,45	\$ 7,29	\$ 298.029,45
RB-005	Desalojo de material excavado	m3	7275,00	\$ 6,45	\$ 46.959,14
RB-006	Acabado de obra básica	m2	17838,00	\$ 0,73	\$ 13.087,58
RB-007	Sub-base Clase 3	m3	5764,65	\$ 9,56	\$ 55.126,73
RB-008	Base clase 4	m3	2000,83	\$ 23,60	\$ 47.209,84
RB-009	Asfalto RC para imprimacion	m2	17838,00	\$ 1,57	\$ 27.926,89
RB-010	Carpeta Asfáltica	m3	921,63	\$ 23,54	\$ 21.693,06
TOTAL					\$ 820.692,00
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
PRECIO TOTAL DE LA OBRA (DE LOS RUBROS ANALIZADOS):					
Ochocientos veinte mil seiscientos noventa y dos con 00/100 dólares americanos					

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
CANTERA PLANTA PICOAZA					
PROYECTO: DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCION DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO - CANTÓN PORTOVIEJO					
CÓDIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
RB-001	Desbroce, desbosque y limpieza.	m2	29730,00	\$ 1,45	\$ 43.139,99
RB-002	Replanteo manual	m2	29730,00	\$ 0,64	\$ 19.000,76
RB-003	Excavación con maquinaria	m3	48177,45	\$ 5,16	\$ 248.518,56
RB-004	Relleno con material del sitio	m3	40902,45	\$ 7,29	\$ 298.029,45
RB-005	Desalojo de material excavado	m3	7275,00	\$ 6,45	\$ 46.959,14
RB-006	Acabado de obra básica	m2	17838,00	\$ 0,73	\$ 13.087,58
RB-007	Sub-base Clase 3	m3	5764,65	\$ 9,32	\$ 53.721,07
RB-008	Base clase 4	m3	2000,83	\$ 23,61	\$ 47.244,22
RB-009	Asfalto RC para imprimacion	m2	17838,00	\$ 1,57	\$ 27.926,89
RB-010	Carpeta Asfáltica	m3	921,63	\$ 23,54	\$ 21.693,06
TOTAL					\$ 819.320,72
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
PRECIO TOTAL DE LA OBRA (DE LOS RUBROS ANALIZADOS):					
Ochocientos diecinueve mil trescientos veinte con 72/100 dólares americanos					



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

LISTAS DE PRECIOS



DIRECCION: MONTECRISTI (6KM VIA REFINERIA DEL PACIFICO
INGRESANDO POR EL REDONDEL DE LOS COLORADOS)

TELF.: 0 981190469
0 997279090
0 52 922 229

E-MAIL: canteragm5@gmail.com

MATERIAL	PRECIO M ³ SIN IVA	PRECIO M ³ CON IVA
LASTRE (CASCAJO)	0,50	0,56
MATERIAL VEGETAL	1,00	1,12
MEJORAMIENTO TIPO MTOP (mina)	3,00	3,36
MEJORAMIENTO MTOP (TRITURADO 4")	3,88	4,35
MATERIAL PARA SUB - BASE	3,50	3,92
MATERIAL SUB - BASE "CLASE 3"	4,00	4,48
MATERIAL BASE "1 - A" (100% TRITURADO)	5,00	5,60
MATERIAL BASE clase 4	5,00	5,60
MATERIAL FILTRANTE CAFE "0 - 6"	7,15	8,01
PIEDRA 1" (RIPIO)	7,00	7,84

Nota:

Estos precios son exclusivamente para el proyecto técnico de tesis con tema: "DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO" de los autores Athreyu Gómez Macías y Galo Molina Hidrovo.

Atentamente:



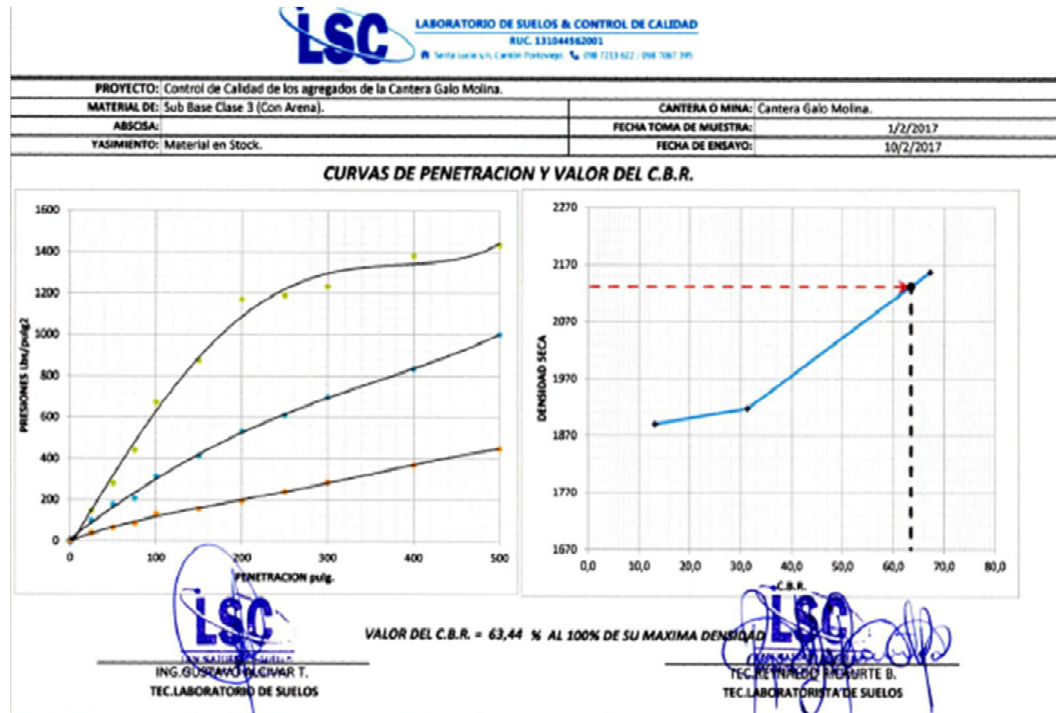
Gerente Propietario CANTERA GM



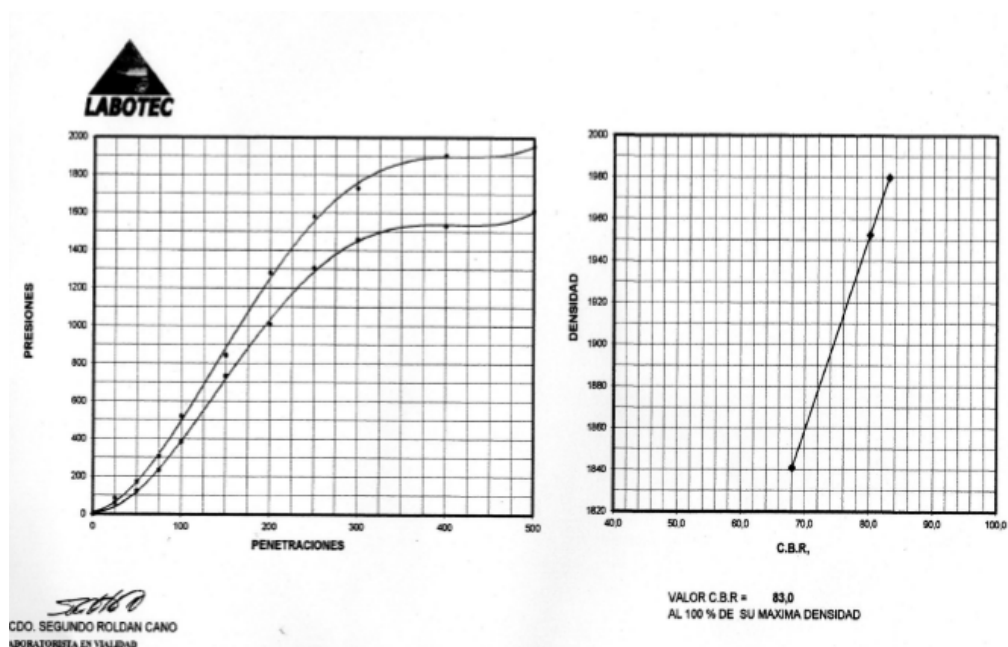
DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA



C.B.R MATERIAL DE SUB-BASE CLASE 3 CANTERA GM



C.B.R. MATERIAL DE BASE CLASE 4 CANTERA GM



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA

Distancias de canteras

En la presente ilustración por medio del Google Earth observamos la distancia de la cantera GM al sitio Altamira con 82,2 km, y la Cantera de Megarok planta Picoaza al sitio Altamira con 77,2 km.



Lista de Precios otras canteras

MEGAROK S.A PLANTA PICOAZA LISTA DE PRECIOS DE AGREGADOS 02/01/2017						
CODIGO	MATERIAL	PRECIO TON. SIN IVA	PRECIO TON. CON IVA	FACTOR REFERENCIAL	PRECIO M3 SIN IVA	PRECIO M3 CON IVA
10016450	ESCOLLERA (400-100 mm)	9.00	10.08	1.41	12.69	14.21
10016452	P.BOLA SELEC.(100-250mm)	5.66	6.34	1.41	7.98	8.94
10016462	SUB-BASE C3 (0-76 mm)	2.90	3.14	1.63	4.62	5.17
10016465	MAT. SUB-BASE 80-76 mm)	2.60	2.91	1.63	4.24	4.75
10016468	BASE T. 1-A	3.30	3.72	1.66	5.88	6.59
10016471	MATERIAL PARA BASE	3.30	3.70	1.63	5.38	6.02
10016473	LASTRE PIC	0.45	0.50	-	-	-
10016495	PIEDRA#6 (9-19mm)	6.96	7.80	1.37	9.54	10.68
10016505	P.CHISPA GRUESA#7 (5-12mm)	7.65	8.57	1.37	10.48	11.74
10016510	P.CHISPA FINA #8 (2-9mm)	7.65	8.57	1.29	9.87	11.05
10017756	MEJORAMIENTO TIPO MOP PIC	2.40	2.69	1.66	3.98	4.46
10021106	MATERIAL PARA RELLENO PIC	1.80	2.02	-	-	-
10028285	MEJORAMIENTO CRIBADO PIC	2.12	2.37	-	-	-
10016522.3	CISCO MF (3 10 - 3 50) PIC	8.47	9.49	1.47	12.45	13.95
10023988	ARENA GRUESA PARA HORMIGON	7.59	8.50	1.47	11.16	12.50
10023990	ARENA HOMOGENIZADA MF (2.8 - 3.0)	10.80	12.10	1.47	15.88	17.78
10016515	ARENA FINA LAVADA	6.73	7.54	1.27	8.55	9.57
10025020	PIEDRA # 6 PIC LAVADA (9- 19 mm)	9.49	10.63	1.41	13.38	14.99
10025021	PIEDRA #7 PIC LAVADA (5-12mm)	9.49	10.63	1.38	13.10	14.67
10030209	PIEDRA FILTRANTE PIC	5.36	6.00	1.42	7.61	8.52
10016452.1	PIEDRA BOLA CAFÉ	3.75	4.20	1.41	5.29	5.92
10032585	PIEDRA FILTRANTE CAFÉ	3.00	3.36	1.42	4.26	4.77
10028284	MATERIAL MEJORAMIENTO MINA	2.00	2.24	1.5	3.00	3.36
10028286	PIEDRA 1/2 PARA HORMIGON	7.50	8.40	1.37	10.28	11.51
10028288	PIEDRA # 7 PARA HORMIGON	8.00	8.96	1.38	11.04	12.36



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA



Distrito Portoviejo
Coordinación Zona 4
Ministerio de Educación

UNIDAD DE PLANIFICACIÓN

DIRECCION DISTRITAL 13D01- PORTOVIEJO

CERTIFICACIÓN

El que suscribe el presente Lcdo. Patricio Cardenas Guillen, Jefe Distrital del departamento de Planificación tiene a bien CERTIFICAR:

Que la Escuela DR. DANIEL ACOSTA ROSALES, ubicada en el Sitio La Muerta, recinto Altamira, Parroquia San Plácido, Cantón Portoviejo con código AMIE 13H00715, circuito 13D01C14 del Distrito 13D01 de Portoviejo, se encuentra ACTIVA y oferta de Primero a Séptimo de Educación General Básica, en la Jornada Matutina, con 13 alumnos matriculados en este periodo lectivo 2016-2017

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad

Portoviejo, 05 de Julio de 2016

Lcdo. Patricio Cardenas Guillen
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION
13D01 PORTOVIEJO

EDUCAMOS PARA TENER PATRIA

www.educacion.gob.ec



DISEÑO VIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO- CANTÓN PORTOVIEJO



ATHREYU GÓMEZ – GALO MOLINA



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN
PORTOVIEJO



PORTOVIEJO
nace de ti

GAD Municipal del Cantón Portoviejo
Calle Omeñaca s/n / Bolívar
Portoviejo, Manabí Ecuador
(593) (5) 370 0250 / 370 0251 / 370 0309
www.portoviejo.gob.ec

OFICIO GADMP2016DOPOFI 0053
Portoviejo, 11 de Julio del 2016

Señores

Atheryu Alejandro Gómez Macías

Galo José Molina Hidrovo

ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANBI

Presente.

De mi consideración:

En atención al Oficio S/N de fecha 11 de Julio del 2016, referente a la certificación si existe un diseño vial para la **CONSTRUCCIÓN DEL INGRESO AL SITIO LA MUERTA DESDE EL RECINTO ALTAMIRA (KM 86) PARROQUIA SAN PLACIDO DEL CANTÓN PORTOVIEJO**, me permito informar que una vez revisado el archivo de la Dirección de Obras Públicas, no existe ningún proyecto de diseño vial de este sector de la parroquia San Placido.

Particular que les comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Diego Vélez Mendoza
DIRECTOR DE OBRAS PUBLICAS
GAD MUNICIPAL DEL CANTON PORTOVIEJO

c.c

Archivo

Elaborado: C.P.A Marina Palma A



DIRECCIÓN
Obras Públicas
SAN PLACIDO

