



**UNIVERSIDAD VICENTE ROCAFUERTE DE  
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO Y DISEÑO INTEGRAL DE LA  
CARRETERA EL PRADO – FLOR DE LA MARIA  
CANTÓN DAULE, PROVINCIA DEL GUAYAS  
DE APROXIMADAMENTE 2,52 KM**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO  
EN OPCIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

**ISRAEL JOSE CASTRO MARTINEZ**

**FRANK TOMALA DE LA CRUZ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR  
2015**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado con mucho amor a mis padres que son el motor de mi vida, a mis amigos, a mis profesores, y todas las personas que me están apoyando a mantenerme dentro de los lazos de la educación.

A mis compañeros, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante esos 6 años de carrera estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Castro Martínez Israel

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo de felicidad.

Le doy gracias a mis padres por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser unos excelentes ejemplos de vida a seguir.

A mis hermanos por ser parte importante en mi vida y representar la unidad familiar.

A la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis y docente, MSC. ING FAUSTO CABRERA por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito. También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, sus enseñanzas.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que les encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Castro Martínez Israel

## DEDICATORIA

A dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mis padres por ser las personas que me han acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, quienes con sus consejos han sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mí amada esposa que ha sido el impulso de mi carrera y la culminación de la misma, que con su apoyo constante y amor incondicional, ha sido amiga y compañera inseparable, fuente de sabiduría, calma y consejo en todo momento.

A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Frank Tomalá de la Cruz

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza.

A mi esposa, hermanos, abuelos y amigos.

A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte por darme la oportunidad de educarme y ser un profesional.

A mi director de tesis, MSc. Ing. Fausto Cabrera Montes por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante toda el desarrollo de la tesis.

Gracias por haber fomentado el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida, mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Frank Tomalá de la Cruz

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

"La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL.

---

**CASTRO MARTINEZ ISRAEL**

---

**FRANK TOMALA DE LA CRUZ**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION**

Certifico que el Proyecto de Investigación titulado **ESTUDIO Y DISEÑO INTEGRAL DE LA CARRETERA EL PRADO – FLOR DE LA MARIA UBICADA EN EL CANTON DAULE, PROVINCIA DEL GUAYAS**, ha sido elaborado por los egresados de la Facultad de Ingeniería Civil, Sr. ISRAEL JOSE CASTRO MARTÍNEZ y Sr. FRANK TOMALA DE LA CRUZ, bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el Tribunal examinador que se designe al efecto.

Guayaquil, 29 Octubre del 2015

Ingeniero MsC. Fausto Cabrera Montes

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación lleva como por título ESTUDIO Y DISEÑO INTEGRAL DE LA CARRETERA EL PRADO – FLOR DE LA MARIA UBICADA EN EL CANTON DAULE, PROVINCIA DEL GUAYAS de aproximadamente 2,52 km. El principal problema que se encontró fue caminos en malas condiciones, lo cual obstaculiza para que los habitantes de este sector puedan trasladar sus productos para su comercialización, especialmente en temporada lluviosa. Motivo por el cual hemos planteado como objetivo fundamental, desarrollar el estudio trazado y diseño de la carretera que se justifique en los términos: técnico, económico, financiero y ambiental que permita el ingreso seguro y eficiente de vehículos a las parroquias enlazadas mediante esta vía. La finalidad de la tesis en lo referente a propuesta y evaluación fue realizar un estudio de Impacto Ambiental, lo cual permitirá establecer las condiciones actuales y futuras de la vía, identificando, prediciendo y evaluando los impactos ambientales generados con las actividades constructivas y de operación, y sus afectaciones en los componentes ambientales (físicos, bióticos y socioeconómicos). Esto tiene como fin prevenir, corregir, mitigar y compensar los potenciales impactos ambientales en todas las fases del proyecto. Finalmente hemos planteado como conclusión, que el desarrollo de nuestro proyecto ha podido determinar las necesidades tanto sociales, económicas, viales, salubres del sector FLOR DE LA MARIA , que han detenido el desarrollo de esta población impidiendo su libre comunicación, ocasionando retraso y poco desarrollo comercial. Y como recomendación hemos sugerido que la obra no se ejecute en época lluviosa ya que puede ocasionar grandes problemas de acceso de maquinarias y habitantes del sector, lo que puede retrasar la construcción de la misma.

## INDICE GENERAL

### MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	1
2.	JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION .....	1
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
4.	OBJETO DE LA INVESTIGACION .....	3
5.	OBJETIVOS.....	4
	5.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.....	4
	5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
6.	CAMPO DE ACCION.....	5
	6.1 DISEÑO VIAL .....	5
	6.2 DRENAJES.....	6
	6.3 MOVIMIENTO DE TIERRA.....	6
	6.4 PAVIMENTOS .....	7
	6.5 IMPACTO AMBIENTAL .....	7
	6.6 PRESUPUESTO.....	8
7.	IDEAS A DEFENDER .....	8
8.	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....	9
	8.1 DISEÑO HORIZONTAL .....	9
	8.2 DISEÑO VERTICAL.....	10
	8.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	11
	8.4 CUADRO DE CANTIDADES Y CRONOGRAMA DE TRABAJO	11
	8.5 MEMORIAS DE CÁLCULO .....	12
	8.6 ENCUESTA .....	12
9.	PRODUCTOS OBTENIDOS.....	12
10.	NOVEDADES Y APORTES TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13

### CAPÍTULO I

EVALUACIÓN DIAGNOSTICA .....	14
1.1 SITUACION ACTUAL .....	14
1.2 VEHICULOS Y VOLUMEN DE TRÁFICO .....	15

1.3 TOPOGRAFIA .....	15
1.4 SUELO.....	16
1.5 DRENAJE .....	17
1.6 AMBIENTAL .....	17
1.7 SOCIAL.....	17
1.8 ECONOMICO .....	18
1.9 CONCLUSION.....	18
CAPITULO II	
FUNDAMENTACION TEORICA .....	19
2.1 ESTADO DE ARTE.....	19
2.2 DEMOGRAFIA.....	20
2.3 VOLUMENES DE TRÁFICO.....	20
2.4 TOPOGRÁFIA .....	21
2.4.1 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA. ....	24
2.4.2 INSTRUMENTOS PARA NIVELACIÓN GEOMÉTRICA. ....	27
2.5 VIALIDAD .....	29
2.5.1 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL. ....	30
2.5.2 VELOCIDAD DE DISEÑO. ....	34
2.5.3 VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.....	37
2.5.4 ELEMENTOS DE LA SELECCIÓN DE LA VÍA.....	39
2.5.5 DISEÑO GEOMETRICO.....	42
.....	45
2.5.6 PERALTE .....	51
2.5.7 DISTANCIAS DE VISIBILIDAD .....	59
2.6 PAVIMENTACION .....	63
2.6.1 TIPOS DE PAVIMENTOS.....	64
2.6.2 TRÁNSITO.....	69
2.6.3 VIDA ÚTIL PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO .....	73
2.7 DRENAJE VIAL .....	121
2.8 AMBIENTAL .....	128
CAPITULO III	
FORMULACION Y EVALUACION DE LA PROPUESTA .....	129
3.1 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	129
3.2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS .....	129

3.2.1 PRIMERA ALTERNATIVA .....	130
3.2.2 SEGUNDA ALTERNATIVA .....	130
3.3 DISEÑO GEOMETRICO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA .....	131
3.4 TOPOGRAFIA DEFINITIVA .....	134
3.4.2 CALCULO DE LOS ELEMENTOS DE LA CURVA .....	135
3.4.4 ESTUDIO DE SUELO.....	183
3.5 DISEÑO DE PAVIMENTO .....	189
3.6 DISEÑO DE DRENAJE .....	206
3.6.1 DISEÑO DE ALCANTARILLA # 1 .....	207
3.6.2 DISEÑO DE ALCANTARILLA # 2 .....	210
3.7 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	213
3.8 SEÑALIZACIÓN.....	253
3.9 PRESUPUESTO.....	279
3.10 PROGRAMACION .....	280
3.11 EVALUACION.....	283
3.12 CONCLUSIONES.....	284
RECOMENDACIONES.....	285

BIBLIOGRAFIA

GLOSARIO

ANEXOS

## **MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1. DESCRIPCIÓN GENERAL**

La construcción de vías óptimas tiene gran importancia en cualquier situación

Geográfica, porque facilitan el traslado de los habitantes de las poblaciones cercanas y de ser estos agricultores proporcionan el traslado de sus productos a las diversas Ciudades; de esta manera se garantiza el desarrollo socioeconómico del sector, además de ofrecer un mejor acceso a las necesidades básicas.

Ante esta situación surge el proyecto con el fin de contribuir en una solución ante una necesidad y así facilitar la movilización de productos y de personas a diferentes puntos de la provincia para su posterior comercialización, y su comunicación interna.

Para el desarrollo del estudio de este proyecto inicialmente se efectuó el reconocimiento en sitio(línea base), en donde se pudo establecer las necesidades de la población , a la vez considerar los estudios preliminares tales como levantamiento topográfico, los cuales proporcionan datos de las características y parámetros necesarios para el diseño y en el cual se utilizó una Estación total Electrónica NT- 350, los prismas, cintas, libreta de campo; adicionalmente se realizó el aforo de tráfico.

### **2. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION**

El Cantón Daule tiene un gran desarrollo de actividades primarias, como el cultivo de arroz. Por lo tanto se trata de una economía doméstica, para la cual, es indispensable el transporte de productos.

El Cantón Daule, ha sido importante para el país de Ecuador, ya que genera atracción comercial y turística por su historia. Como resultado de

la vialidad se espera dar mayor auge a este Cantón, impulsando el progreso y disminuyendo los problemas viales.

El compromiso que deberá adquirir la Cantón Daule, será el de complementar al recinto El Prado – Flor de la María, convirtiéndose en una importante fuente de materias primas para Daule. Al tener una vialidad que no cumple con las exigencias de la sociedad, la economía de la zona se puede ver seriamente afectada, ya que el tiempo de transporte y los daños a los vehículos son cada vez mayores. Se puede decir que una vialidad que hasta hace unos años sólo servía para comunicar, hoy en día, involucra la economía del Cantón de Daule.

Lo que se desea, es comunicar en condiciones económicas y competitivas a una sociedad en donde la actividad del transporte es básica para su desarrollo.

Hay que estar conscientes que se requiere de un transporte cada vez más económico, rápido y seguro. Con este proyecto se pretende dar una solución a largo plazo a los problemas viales en la zona para poder satisfacer las necesidades de los usuarios.

Por esta razón se plantea un diseño vial que conecte estos recintos con la vía Interurbana Daule – Sta. Lucia. Ante estos precedentes nace este Proyecto de Investigación como un aporte a la población ofreciendo ideas innovadoras que generen una carretera acorde a sus necesidades, a fin de generar un desarrollo directo e indirectamente en la población, mejorando su infraestructura vial.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Cantón Daule ha encaminado su esfuerzo para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de esta zona, y el constante crecimiento demográfico en el recinto Flor de la María da lugar a problemas que requieren solución. Este proyecto, se origina a raíz del crecimiento poblacional, que genera tránsito vehicular, el cual afecta la forma de vida de los habitantes de la zona. Al mismo tiempo, debido a las cargas

transmitidas por los automóviles se generan daños a la superficie de rodamiento del camino. Esto, se ha vuelto un problema, ya que el camino existente no satisface las necesidades de los usuarios.

Cuando una vialidad, ya no cumple con los requisitos para los que fue hecha, es necesario buscar opciones que solucionen de manera óptima las necesidades de los usuarios. En este caso específico, se realizara el estudio de la vía, el cual comunica recinto El Prado – Flor de la María.

Debido a que cada día existe un crecimiento en la zona, es de suma importancia impulsar el desarrollo económico, con el diseño vial adecuándola a las necesidades del Cantón de Daule.

La vialidad actual presenta deficiencias generando demoras, pero en sí, lo más importante son las pérdidas económicas que se generan por retrasos de mercancías y los daños provocados a los vehículos por el mal estado de la vialidad. Por lo que se hace necesario el diseño vial El Prado- Flor de la María con una longitud total de 2,526.69 kilómetros e igualmente dar un aporte para los trabajos previos en la construcción de la carretera que se diseñara mediante el estudio respectivo.

#### **4. OBJETO DE LA INVESTIGACION**

El objetivo fundamental de este proyecto es el de realizar los estudios y diseños de la vía para brindar una solución factible en todos los aspectos económicos, sociales, y ambientales logrando menores tiempos de recorrido para impulsar el desarrollo del Cantón. Esto se logra mediante el estudio del diseño vial para la construcción de la vía.

Para asegurar una correcta ejecución de obra, se toma en cuenta la observación e intervención en los procesos de construcción y de las pruebas de laboratorio realizadas en el tramo. Al otorgar una vía apropiada para la zona donde se ubica el proyecto, se garantiza a los agricultores la conveniente transportación de su producción a los sitios de consumo y así impulsar su crecimiento socioeconómico.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General del Proyecto.**

Desarrollar el Estudio trazado y diseño de la carretera que se justifique en los términos: técnico, económico, financiero y ambiental que permita el ingreso seguro y eficiente de vehículos a las parroquias enlazadas mediante esta vía, así como mejorar el acceso a nuevas zonas de producción incrementando el desarrollo económico del recinto Flor de la María del Cantón Daule.

Desarrollar una investigación de la comunidad, donde enfoque aspectos de tipo social, económico, cultural, religiosos y de ubicación, y una investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura.

### **5.2 Objetivos Específicos**

Diseñar esta proyección futura del tránsito de la vía.

Plantear una solución de diseño para la reforma geométrica de la vía que cumpla con todas las Especificaciones Técnicas del MTOP, Ordenanzas y Reglamentos.

Diseñar un sistema de drenaje adecuado para control de evacuación de aguas.

Diseñar geométrica y estructuralmente la carretera El Prado – Flor de la María, del Cantón Daule.

Realizar los estudios hidroambientales que permitan medir el impacto de la construcción de esta vía.

Presupuestar los costos de construcción de la carretera a la fecha actual.

## **6. CAMPO DE ACCION**

Dentro del campo de acción que se ha considerado en la Investigación de Proyecto tenemos:

### **6.1 Diseño Vial**

Estudio de tráfico.- Nos proporciona una estadística de tránsito existente en determinado sector de carretera, entonces decimos que el estudio de tráfico es “el conteo de tráfico para tener una estadística real del volumen de tránsito vehicular diario que pasan por un punto predeterminado de acuerdo a la clasificación según su capacidad de carga.”

Clasificación de la vía.- Son las distintas tipologías de vías (en función del número de carriles, diseño geométrico, ancho de la calzada, tráfico) que existe dentro de la red vial de un territorio.

Diseño geométrico.- Es la técnica de Ingeniería Civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los elementos que definen la geometría de la carretera son:

- a) La velocidad de diseño seleccionada.
- b) La distancia de visibilidades necesarias.
- c) La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura, de los puentes, de las obras de arte y de los taludes; y.
- d) La preservación del medio ambiente
- e) Vehículo de diseño

- f) En la aplicación de los requerimientos geométricos que imponen los elementos mencionados, se tiene como resultante el diseño final de un proyecto de carretera o carretera estable y protegida contra las inclemencias del clima y del tránsito.

## **6.2 Drenajes**

El sistema de drenaje de una vía es el dispositivo específicamente diseñado para la recepción, canalización y evacuación de las aguas que pueden afectar directamente a las características funcionales de cualquier elemento integrante de la carretera, por eso tiene esencialmente dos finalidades:

a) Preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de la carretera eliminando el exceso de agua superficial y la subsuperficial con las adecuadas obras de drenaje.

b) Restituir las características de los sistemas de drenaje y/o de conducción de aguas (natural del terreno o artificial construida previamente) que serían dañadas o modificadas por la construcción de la carretera y que sin un debido cuidado en el proyecto, resultarían causando daños, algunos posiblemente irreparables en el medio ambiente.

Es el sistema de tuberías, sumideros o trampas, con sus conexiones, que permite el desalojo de líquidos, generalmente pluviales, de una población.

## **6.3 Movimiento de Tierra**

En una obra vial es fundamental el movimiento de tierra por lo que es indispensable conocer los volúmenes de tierra, cortar o rellenar. Para eso es preciso fijar el área de las secciones transversales del camino, y se deben considerar los siguientes parámetros:

- Secciones transversales
- Calculo de volúmenes del movimiento de tierra

- Diagrama de masa

## **6.4 Pavimentos**

La función de un pavimento es la de proveer una superficie de rodamiento adecuada al tránsito y distribuir las cargas aplicadas por el mismo, sin que se sobrepasen las tensiones admisibles de las distintas capas del pavimento y de los suelos de fundación. Un buen diseño debe cumplir con las condiciones enunciadas precedentemente al menor costo inicial y con un mínimo de conservación durante la vida útil del pavimento.

## **6.5 Impacto ambiental**

Es la alteración que se produce en el ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto o actividad. Las obras como la construcción de una carretera, tiene un impacto sobre el medio. La alteración no siempre es negativa. Puede ser favorable o desfavorable para el medio ambiente. La información entregada por el estudio debe llevar a conclusiones sobre los impactos que puede producir sobre su entorno la instalación y desarrollo de un proyecto, establecer las medidas para mitigarlos. La gestión de impacto ambiental pretende reducir al mínimo nuestras intrusiones en los diversos ecosistemas, elevar al máximo las posibilidades de supervivencia de todas las formas de vida, por muy pequeñas e insignificantes que resulten desde nuestro punto de vista, y no por una especie de magnanimidad (generosidad y nobleza de espíritu) por las criaturas más débiles, sino por verdadera humildad intelectual, por reconocer que no sabemos realmente lo que la pérdida de cualquier especie viviente puede significar para el equilibrio biológico.

## **6.6 Presupuesto**

Presupuestar una obra civil es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista, expresada en valores y términos financieros que, debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas, este concepto se aplica a cada centro de responsabilidad de la organización.

Aplicar precios a cada uno y obtener su valor en un momento dado y se debe considerar que el presupuesto es un aproximado, es singular, es temporal y es una herramienta de control de la obra y su objeto es determinar anticipadamente el costo de la ejecución material de la misma.

## **7. IDEAS A DEFENDER**

El presente documento contendrá estudios y diseños, todos ellos basados en aspectos de seguridad vial, económica, parámetros técnicos y parámetros ambientales, pero siempre considerando y respetando las normas emitidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador.

Para el estudio dividiremos a la vía en dos tramos, debido a las condiciones de su uso y realizamos su diseño según la clase de éstas y, ponemos especial cuidado en el diseño hidráulico con el fin de cuidar su construcción, y recomendando los aspectos de mitigación ambiental necesarios.

Dentro del desarrollo social y económico del país, las carreteras han sido el punto de inicio para mejorar las relaciones y el intercambio comercial entre los pueblos, motivo por el cual este estudio va dirigido a mejorar el diseño geométrico y la circulación vehicular, el mismo que será fuente de desarrollo social y económico para estos sectores; y evitar el desmejoramiento de la vía.

## **8. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

Para realizar el Trazado y Replanteo previo a la construcción de una carretera, ya sea ésta Urbana o Rural, se necesita recopilar toda la información del Proyecto Vial, tales como los datos contenidos en el Diseño Horizontal, Diseño Vertical, Especificaciones Técnicas, Cuadro de Cantidades y Cronograma, y en ciertas ocasiones de las Memorias de Cálculo, para que todos estos datos sean debidamente analizados e interpretados por el personal encargado de realizar este trabajo, y así facilitar el desenvolvimiento de las actividades en el campo.

### **8.1 Diseño horizontal**

El Diseño horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal y deberá permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible. El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección. El trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición.

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de:

La topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales.

La información que se requiere del Diseño Horizontal es:

- Topografía del Terreno;
- Coordenadas Exactas;
- Planta de Proyecto;
- Punto Inicial de Referencia;

- Punto Final de Referencia;
- Eje Horizontal de la Vía;
- Abscisaje;
- Curvas Horizontales;
- Punto de Referencias de Curvas Horizontales;
- Diseño de Pavimento;
- Diseño Hidráulico;
- Señalización Horizontal y Guarda caminos

## **8.2 Diseño 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. Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Los tramos rectos, son líneas de pendiente constantes, y las curvas verticales permiten el cambio suave de la pendiente para pasar de una a otra.

La información que se requiere del Diseño Vertical es:

- Plano Longitudinal;
- Cota de terreno Natural;
- Cotas de Proyecto (Subrasante);
- Cotas de Proyecto (Rasante);
- Abscisas;
- Pendientes;
- Curvas Verticales;
- Perfiles Transversales en abscisas;
- En Obras de drenaje nuevas y existentes;

- Peraltes;
- Cálculo de Volúmenes de Corte y Relleno; y,
- Diagrama de Masas.

### **8.3 Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras de Ingeniería, elaboración de estudios y control para protección del medio ambiente. En este caso son las normas y procedimientos para la construcción de la carretera están basados en las Especificaciones Generales del MTOP-001F 2000.

### **8.4 Cuadro de cantidades y cronograma de trabajo**

El cuadro de cantidades es una tabla que especifica la información de actividades y rubros a efectuarse en la construcción de una obra civil o de cualquier índole. En esta tabla los información requerida son los rubros, códigos de los rubros, unidad en que se van a pagar, cantidad de rubros requeridos en el trabajo, precio unitario y precio total, estos últimos no siempre son necesarios para el trabajo que vamos a hacer de Trazado y Replanteo.

Un cronograma de trabajo consiste en proyectar y decidir las acciones y los pasos a seguir para alcanzar el fin que nos hemos propuesto por ello es fundamental plantearnos como lograrlo a su vez debemos pensar que cada una de las actividades que se propone realizar tomara un tiempo determinado.

Para elaborar un cronograma de trabajo es necesario tener en cuenta la fecha de horas y las actividades que se llevaran a cabo.

## **8.5 Memorias de Cálculo**

Es el documento donde se anotan los cálculos y consideraciones que se han hecho en el diseño vial. Esta información no siempre es proporcionada por los diseñadores, pero es muy necesaria para corregir errores que se encuentran al momento de efectuarse los trabajos, también estos datos nos sirven para poder obtener la información ausente en los diseños.

Durante el estudio de este proyecto se han empleado técnicas como: encuestas, entrevistas a funcionarios importantes del sector. Así mismo se emplearán métodos de investigación como: el método inductivo, comparativo y descriptivo, los cuales nos conducen a la búsqueda de nuevos conocimientos y de la realidad social.

## **8.6 Encuesta**

Mediante una serie de encuestas que se realizaron a cierto grupo de habitantes del sector, aplicando un pequeño cuestionario de preguntas, a fin de conocer sus opiniones sobre temas de su realidad social, las que constan en la parte de anexos.

## **9. PRODUCTOS OBTENIDOS**

Lograr el desarrollo vial que une a los sectores de recinto El Prado – Flor de la María del Cantón Daule con características agrícolas y comerciales, para este efecto se realizarán estudios diseños y evaluaciones correspondientes.

Obtener un sistema vial factible aplicando técnicas y alternativas que guarden armonía entre lo social, económico, y ambiental. A la vez la realización de encuestas sociales e investigación para determinar los problemas que afectan a los pobladores y agricultores del Recinto Flor de

la María, para diseñar la mejor alternativa que beneficie a todos los moradores del sector, resaltando los aspectos técnicos, sociales y ambientales del mismo.

## **10. NOVEDADES Y APORTES TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Proporcionar una solución vial a la población de la zona de estudio, para su desarrollo socioeconómico.

Definir medidas de mitigación para eliminar problemas ambientales durante los estudios, construcción y mantenimiento de la carretera.

Analizar los conceptos técnicos y acoplarlos a las necesidades y proyecciones para lo cual se requiere analizar el tipo de suelo, estudios ambientales, diseño geométrico, comprobado con los cálculos según las normas y especificaciones técnicas para seleccionar la mejor alternativa de diseño de la carretera.

# CAPÍTULO I

## EVALUACIÓN DIAGNOSTICA

### 1.1 SITUACION ACTUAL

Antes de proponer un proyecto determinado es fundamental efectuar un diagnóstico de la situación que se está viviendo en la zona donde se aprecia la existencia de un problema o necesidad relacionada con las vías camineras. El estado de situación a estudiar debe acotarse al tema en estudio, es decir, a las variables o factores relacionados con la existencia o no de carreteras, las características del diseño, el estado de conservación de la carpeta de rodamiento y obras anexas y al estado de gestión de la operación. Un estudio de diagnóstico considera un análisis comparativo entre los indicadores que muestran la realidad y los estándares o normas establecidos por los organismos normativos o reguladores.

Aproximadamente en el recinto Flor de la María habitan 2300 personas, la cual el 80 % se dedica a la cosecha de arroz, en este recinto se tiene un aproximado de 130 hectáreas de cultivo de arroz. Las cosechas en esta zona se dan al menos cada 4 meses al año, en junio ya está lista la primera cosecha de arroz.

Los habitantes del recinto Flor de la María del Cantón Daule carecen de un sistema vial óptimo para transportarse de un lugar a otro, problema que causa inconformidad y a la vez generan pérdidas económicas, que frenan el desarrollo del sector. El estado actual de la carretera se encuentra en condiciones poco agradables, pues presentan baches, desgaste de la carpeta de la rodadura, que genera el desvío de vehículos y que retrasa el tiempo de viaje de un lugar a otro, cabe recalcar que por el año 83 el pueblo se llenó de agua debido al desbordamiento del río, se han hecho trabajo de relleno para combatir este problema, de ahí hasta la actualidad no ha existido problemas de inundaciones.

Actualmente cabe indicar que estos sectores están siendo atendidos por las autoridades públicas, especialmente están siendo dotadas con proyectos viales para la rehabilitación de vías, y así permitir su desarrollo.

## **1.2 VEHICULOS Y VOLUMEN DE TRÁFICO**

El vehículo de proyecto o vehículo de diseño, es un tipo de vehículo cuyos peso, dimensiones y características de operación se usan para establecer los controles de diseño que acomoden vehículos del tipo designado. Con propósitos de diseño geométrico, el vehículo de diseño debe ser uno, se podría decir que imaginario, cuyas dimensiones y radio mínimo de giro sean mayores que los de la mayoría de vehículos de su clase.

Hay gran cantidad de vehículos, como motos, vehículos pesados, vehículos livianos, que transcurren por el sitio para poder llegar a sus viviendas.

Con esto se determinara:

- Características del flujo de Tránsito.
- Previsión de Tráfico.
- Estimación de los Volúmenes a futuro.

Se tomara en cuenta los elementos de análisis para la obtención del flujo de Tránsito, que son múltiples y dependen de factores tales como: Por las horas del día, de la semana y meses del año, es por lo tanto recomendable para el análisis obtener:

Estadísticas generales determinadas sobre el plan nacional, control de la circulación de los caminos, encuestas de circulación.

Para establecer el TPDA del proyecto, se realizó el censo volumétrico de tráfico durante 1 mes de lunes a sábado, 8 horas diarias desde las 9:00 AM hasta las 18:00 PM, este censo corresponde al mes de Abril.

## **1.3 TOPOGRAFIA**

Con respecto a la sección del diseño vial, tenemos un amplio campo detallado en el área de Topografía que tiene como objetivo contribuir a la formación del futuro Ingeniero Civil, mediante un adecuado proceso de

enseñanza – aprendizaje, con el fin de que sea capaz de solucionar de manera eficiente y eficaz los problemas relacionados con el levantamiento topográfico y transportes.

Los campos de acción del Ingeniero en el área de Topografía son:

- Levantamientos topográficos para diseño y construcción de: Carreteras, vías férreas, drenajes, agua potable, cableada eléctrica, urbanizaciones, construcción de edificios
- Levantamientos topográficos para medición de terrenos;
- Levantamientos topográficos para catastro;
- Topografía para montaje de maquinaria;
- Topografía para movimiento de tierras; y,
- Levantamiento topográfico para medidas legales.

#### **1.4 SUELO**

Este factor es también muy importante debido a que el uso que tenga el terreno o la actividad económica que se desarrolle, puede influenciar el diseño de la carretera, por el efecto que pueda tener el tránsito o el movimiento de peatones, por todo esto es sumamente importante este factor ya que pueden existir diversas formas de hacer el diseño justo para la zona en que se trabaja.

A efectos de realizar un reconocimiento minucioso del suelo se hace necesario un estudio geotécnico que comprenda ensayos, con los elementos esenciales como:

Calicatas a cielo abierto a fin de reconocer el terreno por cada una de las zonas que posean el diferente suelo.

A la vez realizar la toma de muestras, para realizar ensayos de laboratorio como es el de granulometría, límites, densidad Proctor, materia orgánica y contenido en sulfatos, ensayos CBR, el fin de todos ellos es determinar la estratigrafía del eje de la vía.

## **1.5 DRENAJE**

El sistema de drenaje vial de la vía El Prado – Flor de la María actualmente no consta con un sistema apropiado tradicional de evacuación de aguas y es de importancia vital para el funcionamiento y operación de la carretera; tiene cuatro funciones principales:

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

## **1.6 AMBIENTAL**

Con relación al estudio de Impacto Ambiental (EIA), se tiene que Prever los efectos ambientales generados y evaluarlos para poder juzgar la idoneidad de la obra, así como permitir, o no, su realización en las mejores condiciones posibles de sostenibilidad ambiental. Determinar medidas minimizadoras, correctoras y compensatorias, enfocado a brindar una solución viable valiéndonos de distintos mecanismos de análisis y soluciones económicas tales como: el desarrollo de un plan de manejo ambiental, un presupuesto, para la disminución de los impactos negativos que generarán la construcción a futuro del proyecto ESTUDIO Y DISEÑO INTEGRAL DE LA CARRETERA EL PRADO – FLOR DE LA MARIA UBICADA EN EL CANTON DAULE PROVINCIA DEL GUAYAS.

## **1.7 SOCIAL**

Debido a la falta de infraestructuras de caminos y accesos en el recinto Flor de la María del Cantón Daule, la población presenta una serie de problemas sociales que se detallan a continuación.

- Falta de salud;
- Falta de educación;
- Falta de trabajo; y,
- Falta de agricultura estable.

Por estos motivos por el cual se ve la necesidad de la construcción de esta vía para poder resolver estos problemas.

En la parte técnica la vía se encuentra en estado crítico ya que carece de los servicios necesarios para poder tener un porcentaje de servicio factible.

Y de tal manera el estudio de la construcción de la vía contribuirá de manera efectiva en el desarrollo de la población del recinto Flor de la María.

## **1.8 ECONOMICO**

Es evidente que mejorará la economía en este proceso del estudio de la vía El Prado – Recinto Flor de la María, ya que se incrementa el comercio a lo cual están dedicados, que es el cultivo del arroz. Esta actividad económica abarcan tres fases: producción, distribución y consumo, por lo cual se considera esto como un impacto positivo de magnitud moderada, importancia alta y carácter local.

## **1.9 CONCLUSION**

El estudio del proyecto de vía de acceso al recinto Flor de la María, beneficia a esta comunidad mejorando su desarrollo comercial de cultivo de arroz, por lo consiguiente mejora su calidad de vida, que es agrícola.

## **CAPITULO II**

### **FUNDAMENTACION TEORICA**

#### **2.1 ESTADO DE ARTE**

Según el historiador Emilio Estrada, la palabra Daule proviene de las voces cayapas: da, red y li, pez, por lo tanto Daule significa "lugar donde se pesca con red".

Daule fue fundado por los españoles un 12 de agosto de 1537, la fecha de su independencia, fue el 11 de octubre de 1820. Daule ha sido la cuna de ilustres hijos entre los que citamos, padres Juan Bautista Aguirre, Dr. Vicente Piedrahita, generales Cornelio Vernaza y José Dionisio Noboa, Dr. José María Carbo Aguirre, Poetiza Etelvina Carbo Plaza, José Vélez, Miguel Hurtado, Emiliano Caicedo, etc.

Cabe señalar que el cantón Daule, es poseedor de una inmensa riqueza agrícola, ganadera, su jurisdicción inicial fue de 5000 Km., uno de los más extensos del país.

El comercio de la zona del cantón Daule se lo ha hecho desde tiempos remotos por vía fluvial. El río Daule era la vía de comunicación más rápida y segura. Los productos agrícolas se los transportaba en balsas y canoas de todo tipo.

Actualmente la población de Daule llega a los 120.000 habitantes a nivel cantonal, la ciudad tiene una población de más de 50.000 habitantes, cuenta con 4 parroquias rurales Las Lojas, Juan Bautista Aguirre, Laurel y Limonal en el cantón hay más de 200 recintos .El Cantón Daule en la década de los años 80 sufrió una gran inundación por el desborde del río producto de las intensas lluvias que se daban en aquellos tiempos, la cual alarmo a la mayoría de la población, obligando al Cantón Daule hacer procesos de rellenos en todos sus recintos. También se daban inundaciones cada que se abrían las represas.

## **2.2 DEMOGRAFIA**

El recinto Flor de la María del cantón Daule ha ido creciendo de a poco, presenta una población de 2100 habitantes actualmente que se dedican a las labores arroceras y una mínima cantidad de habitantes realizan labores de construcción, esta zona es netamente productiva, aunque no cuenta actualmente con una carretera en buenas condiciones, ya que no existe ayuda alguna por parte de las autoridades locales provincial del Guayas.

El Recinto Flor de la María del cantón Daule es una zona que padece de servicios básicos: agua potable, sistema de alcantarillado sanitario, pluvial, recolección de basura, alumbrado público, no cuenta con un centro de salud, lo que genera dificultad de atención inmediata para los moradores del sector en el momento que alguno de sus familiares llegasen a enfermarse, también hay una escuela la cual no consta con adecuada implementación ni con agua potable ni alcantarillado, ya que lo único que está construido ha sido con el esfuerzo de los padres de familia.

## **2.3 VOLUMENES DE TRÁFICO**

El Diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, es por lo tanto que primeramente determinamos:

- Características del flujo de Tránsito.
- Previsión de Tráfico.
- Estimación de los Volúmenes a futuro.

El volumen de tráfico por una carretera está medido por la cantidad de vehículos que pasan por una determinada estación particular durante un período de tiempo dado.

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos.

Con propósitos de diseño geométrico, el vehículo de diseño debe ser uno, se podría decir que imaginario, cuyas dimensiones y radio mínimo de giro sean mayores que los de la mayoría de vehículos de su clase.

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

## **2.4 TOPOGRAFÍA**

Dentro del proceso de investigación se realiza la localización del proyecto Estudio y diseño integral de la carretera Recinto EL PRADO - FLOR DE LA MARIA ubicada en el Cantón Daule provincia del Guayas, ejecutando reconocimientos de la vía a realizar el trazado, ubicando el sector por carta topográfica o un GPS.

Dando inicio al tema de nivelación en una carretera se parte del concepto de nivelación es un término genérico que se aplica a cualquiera de los procedimientos a través de los cuales se determinan elevaciones o diferencias entre las mismas. Hay varias definiciones importantes a tener en cuenta, entre estas tenemos:

**La diferencia de nivel o de elevación entre dos puntos.**- Es la distancia vertical entre las superficies de nivel que pasan por cada uno de los puntos.

**Línea de nivel.**- Es una línea contenida en una superficie de nivel y que es por tanto curva.

**Plano horizontal.**- Es un plano perpendicular a la dirección de la gravedad; en topografía plana es un plano perpendicular a la línea de la plomada; en un plano tangente en un punto a una superficie de nivel.

**Plano de referencia.**- En realidad es una superficie de nivel hacia la cual se refieren las elevaciones. Por costumbre, se la llama mal como plano de comparación, cuando ya a los 500 metros de distancia la diferencia entre un plano horizontal y una superficie de nivel es de más de 1 centímetro. Es una mala costumbre de los topógrafos prácticos, decir que referencian las elevaciones respecto a un plano horizontal en un lugar de una superficie de nivel de comparación.

Si a lo mencionado anteriormente se agrega por ejemplo el error de regulación intrínseco del nivel que seguramente estará en el entorno de 0,3cm/100m de longitud de visada, por lo cual aquella distancia vertical en gran parte de los trabajos de ingeniería agrícola será un error importante.

Además, hay que tener en cuenta que al confeccionar una carta de curvas de nivel de un área, seguramente tendrá distancias de varios kilómetros, por lo cual la diferencia vertical entre un plano horizontal y una superficie de nivel puede significar una cuantía importante.

**Elevación de un punto.**- es una altura sobre un datum de referencia. El datum de referencia puede ser un elipsoide (elevación elipsoidal), un geoide (elevación optométrica) sobre el nivel del mar o sobre una superficie de referencia definida localmente.

De ésta forma tendremos la elevación elipsoidal que es la típica de los GPS navegadores, la referida al nivel geoidal oficial de un país o “cuotas oficiales” del país, o finalmente a las elevaciones arbitrarias establecidas por un ingeniero actuante en una obra de ingeniería agrícola, como una sistematización para riego o una represa para riego. Sin embargo, estas últimas actualmente también deben referirse en última instancia a las cotas oficiales del país o sea a la superficie de nivel oficial de país o “cero de Montevideo”.

**El datum horizontal.-** Es la definición matemática de una superficie desde donde las coordenadas de un sistema cartográfico tienen su referencia. Todas las cartas topográficas están trazadas con base en un punto de referencia o datum.

La mayor parte de los datum sólo son válidos para una parte de la parte de la Tierra.

El sistema GPS propone disponer de un único datum mundial como el sistema geodésico de 1984 (WGS84). Normalmente en la ingeniería agrícola se establecen datum arbitrarios bien mojados y delineados, de forma que eventualmente debe instruirse información muy especial y fidedigna, para el monitoreo y delineación de las obras de ingeniería que fueren programadas.

La topografía del terreno, es un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en el diseño de una vía.

En nuestro carretero se realizó el levantamiento taquimétrico del camino, con el fin de seleccionar el más conveniente punto de arranque de llegada en nuestro trazado.

Cuando el terreno es bastante grande o existen obstáculos que impiden la visibilidad necesaria, se emplea el levantamiento de un terreno por medio de Poligonales, que consiste en trazar un polígono que siga aproximadamente los linderos del terreno y desde puntos sobre este polígono se toman detalles complementarios para la perfecta determinación del área que se desea conocer y de los accidentes u objetos que es necesario localizar. Vemos primeramente lo concerniente al trazado y al cálculo de la poligonal base y, luego, cómo se complementa el levantamiento tomando los detalles por izquierdas y derechas.

La línea que une los vértices del polígono se denomina poligonal.

#### 2.4.1 Nivelación Geométrica.

Es el sistema más empleado en trabajos de Ingeniería, pues permite conocer rápidamente diferencias de nivel por medio de lectura directa de distancias verticales. Existen 2 clases de nivelación y pueden ser: simple o compuesta.

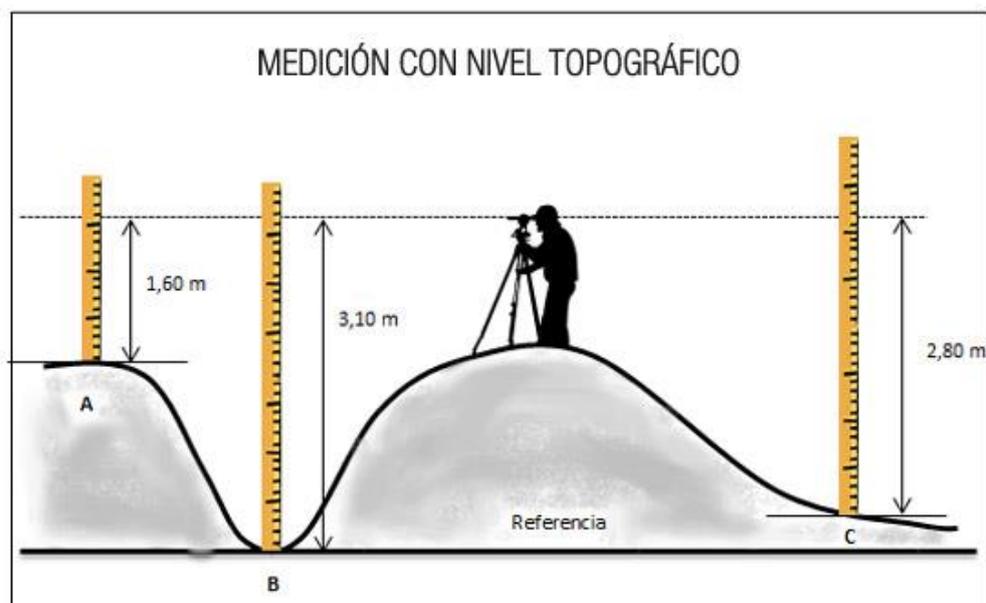
**Nivelación Directa (o Geométrica) Simple.-** Es aquellas en la cual desde una sola posición del aparato se pueden conocer las cotas de todos los puntos del terreno que se desea nivelar.

Se sitúa y nivela el aparato desde el punto más conveniente, es decir que ofrezca mejores condiciones de visibilidad.

**Nivelación Directa (o Geométrica) Compuesta.-** Es el sistema empleado cuando el terreno es bastante quebrado, las visuales resultan demasiado largas mayores a 300 metros.

El aparato no permanece en un mismo sitio sino que se va trasladando a diversos puntos desde cada uno de los cuales se toman nivelaciones simples que van ligándose entre sí por medio de los llamados **puntos de cambio**. El punto de cambio se debe escoger de modo que sea estable y de fácil identificación.

El nivel consiste esencialmente en un nivel de burbuja fijado a un anteojo que a su vez está montado en un trípode.



Para nuestro proyecto se aplicó el método de Nivelación Geométrica Compuesta, en la cual se obtuvieron los datos que se encuentran en las respectivas libretas de oficinas que se encuentran en los anexos.

### **Perfiles Transversales y longitudinal**

En el diseño de una carretera se emplean perfiles longitudinales y transversales los cuales dependen del tipo de terreno o topografía. Estos perfiles son elaborados en base a la medición de distancias y cotas sobre el terreno natural a lo largo de una línea base que puede concordar con el eje del proyecto.

Los perfiles longitudinales están relacionados con los perfiles transversales permiten verificar cotas y distancias, las cuales tienen que ser dibujada en la misma escala.

Tanto los perfiles longitudinales como los transversales se detallan en los anexos, los perfiles transversales distan cada 20 metros.

Las ecuaciones de la nivelación geométrica aplicada en la teoría básica de la nivelación compuesta son las siguientes:

$$\text{COTA} + L \text{ atrás} = \text{HPC}$$

$$\text{HPC} - L \text{ adelante} = \text{Cota}$$

Estas dos ecuaciones elementalmente se repitan una y otra vez.

En efecto, la  $\text{COTA} + L \text{ atrás} = \text{HPC}$  y la cota de los puntos desde una posición de nivel es  $C_i = \text{HPC} - L_{\text{int}}$  o  $C_i = \text{HPC} - L_{\text{adel}}$ .

Estas son las fórmulas básicas de la nivelación geométrica. Debemos definir las expresiones  $L \text{ atrás}$ ,  $L_{\text{int}}$ ,  $L_{\text{adel}}$ .

En la nivelación directa compuesta se efectúan tres clases de lecturas:

**Vista atrás** (Latr): Es la que se hace sobre el BM para conocer la altura. Se define como la primera lectura realizada a un punto cuya cota es conocida o arbitrada, es la primera lectura realizada al posicionar un nivel.

**Vista intermedia** (Lint): es la lectura realizada a un punto cuya cota deseo determinar desde una posición de nivel.

**Vista adelante** (Ladel): es una lectura realizada a un punto cuya cota deseo determinar desde una posición del nivel, pero es la última que realizo antes de cambiar de posición el nivel y es la que da origen al punto de cambio.

Es decir que los puntos de cambio son puntos leídos desde dos posiciones del nivel y permiten enlazar una nivelación simple con otra.

Es decir, que cuando el campo de visual se entorpece, ya sea por la topografía abrupta que no permite visualizar la mira o por obstáculos (árboles, edificios), o simplemente por la distancia existente entre los puntos de interés a nivelar, es necesario cambiar de posición el nivel.

Entonces el conjunto de nivelaciones simple encadenadas, referidas a una superficie de referencia única forma la nivelación compuesta.

Como norma, al realizar el trabajo de campo identificaremos los puntos de cambio PC 1, PC 2.... PCn de acuerdo con la cantidad de los mismos que tengamos en nuestro proceso de nivelación geométrica.

Como prueba de asimilación del conocimiento, complete el lector las cotas de los puntos de cambio X, e Y y finalmente del punto B.

Finalizado dicho cálculo, tenga en cuenta que se puede verificar la bondad de su cálculo por una simple prueba, donde  $\Sigma L \text{ atrás} - \Sigma L \text{ adel} =$  Diferencia de cotas.

#### **2.4.2 Instrumentos para Nivelación Geométrica.**

Los instrumentos para realizar nivelación geométrica son los niveles de anteojo, de colimación manual o colimación automática. El nivel manual tiene un anteojo topográfico y un nivel tubular adosado al mismo, en la figura de abajo se muestra el esquema del antiguo nivel de plano.

El nivel de la línea es el tipo de instrumento que se ha impuesto, se trata de un nivel con un anteojo (ver Fig.8.) cuya inclinación se puede ajustar o variar mediante un tornillo de inclinación. El nivel de burbuja tubular se mantiene fijo al anteojo topográfico y a cada visada se debe controlar el calado de la burbuja del nivel tubular, para asegurarse la línea de colimación horizontal.

El tornillo de ajuste de la inclinación lo que hace es elevar o descender el anteojo y el soporte del nivel tubular; por tanto el eje principal del sistema óptico coincide con la línea tangente a la superficie del centro óptico del anteojo.

En la nivelación geométrica se establece un plano horizontal de visión por un anteojo que cuenta adosado al mismo un nivel tubular o un mecanismo de automatización. A través del anteojo topográfico con un nivel tubular, todo montado sobre un trípode se realiza una medida hacia un estadal o mira graduada, ubicada sobre un punto o mojón de referencia.

Tanto en el nivel fijo como en el inclinable, la burbuja del nivel se ajusta a ojo hasta centrarla en las graduaciones del tubo de la burbuja. Pero muchos niveles de línea de precisión tienen un sistema óptico (Fig.11) que permite ver la imagen de ambos extremos de la burbuja a través del ocular.

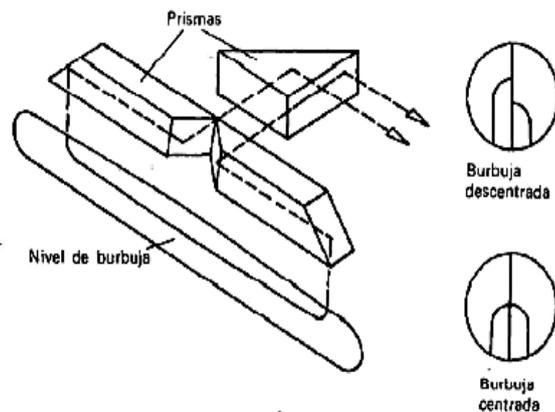


Fig. 11. El esquema de visual de la burbuja de nivelación por coincidencia de un nivel de precisión media a alta.-

Al mover el tornillo de inclinación, los extremos de la burbuja se mueven uno respecto a otro hasta que coinciden en el campo de visión y entonces la burbuja está centrada con exactitud. Este sistema mejora mucho la precisión en el ajuste de la burbuja y se llama sistema de lectura por coincidencia.

**Nivelación Topográfica.**-Permite una representación gráfica del terreno mediante conjunto de principios y procedimientos de tipo trigonométricos, estadísticos, de algoritmos numéricos y otros. Por el contrario, sólo se centra en representar una porción infinitesimal de la tierra, haciendo que los errores de aproximación por ser áreas pequeñas, que sean despreciables.

**La Planimetría.**- Considera los ejes "x" e "y" de la representación del terreno para finalmente, determinar las coordenadas de los puntos de interés.

**La Altimetría.**- Considera el eje "z" de la representación de un terreno. El cual se obtiene con la "Nivelación topográfica".

**El objetivo de la nivelación topográfica es:** conocer los desniveles entre puntos vecinos a partir de un punto de referencia con cota (altura

con respecto a un plano de referencia por debajo la tierra), conocida o dada en forma arbitraria. Para ello, se utilizan los siguientes instrumentos:

**Una cinta métrica:** Permite conocer las distancias entre puntos vecinos;

**Una mira:** Regla plegable bicolor (negro-blanco antes de los 2 metros y rojo blanco después de los 2 metros) de cuatro metros de altura, en la cual se harán lecturas con fines de determinar las cotas en cada punto;

**Un trípode:** La base para el nivel topográfico; y,

**Nivel topográfico:** Con el cual se hacen lecturas de diferente significado (atrás, adelante e intermedia).

## 2.5 VIALIDAD

### SECCION TRANSVERSAL TIPICA

La sección típica depende exclusivamente del tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño, con los respectivos parámetros de seguridad.

En la selección de la sección típica deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de construcción y mantenimiento.

El Diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, en donde se considera un Flujo del Tránsito medido a través de la cantidad de vehículos que pasan por una determinada estación particular durante un período de tiempo dado.

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos. Los elementos de análisis para la obtención del flujo de Tránsito son múltiples y dependen de factores tales como:

Por las horas del día, de la semana y meses del año, es por lo tanto recomendable para el análisis obtener: Estadísticas generales determinadas sobre el plan nacional, control de la circulación de los caminos, encuestas de circulación, medición de velocidades y peso.

### 2.5.1 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL.

En nuestro país la unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el **TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual)**.

Para determinar el **TPDA**, lo ideal sería disponer de los datos de una estación de contaje permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales. Además convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro.

El TPDA se puede ajustar en base a factores mensuales obtenidos de datos de las estaciones permanentes, cuando éstas están disponibles, o del consumo de gasolina u otro patrón de variación estacional como la periodicidad de las cosechas.

#### **CALCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)**

Este se basa en la siguiente ecuación:

$$\text{TPDA} = T_p + T_D + T_d + T_G \quad [\text{Ec. 2.1}]$$

Donde:

$T_d$  = Tráfico desviado

$T_p$  = Tráfico proyectado

$T_D$  = Tráfico desarrollado

$T_G$  = Tráfico generado

Para una carretera que va a ser mejorada el **TRÁFICO ACTUAL** está compuesto por:

**Tráfico Existente:** Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

**Tráfico Desviado:** Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo.

En caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera.

**TRÁFICO PROYECTADO.** El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 10 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

**TRÁFICO DESARROLLADO.** Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios.

**TRÁFICO GENERADO.** El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen:

Viajes que no se efectuaron anteriormente.

Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.

Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera.

Ahora procederemos al Cálculo de los elementos necesarios para la obtención del TPDA:

Estimamos el Tráfico Actual  $T_A$ :

$$T_A = \frac{\text{Total de vehículos}}{\text{tiempo}}$$

En la cual nuestro tiempo de duración de encuesta fue de: 5 días

Obteniéndose un total de:

$$.T_A = \text{vehículos/día}$$

Tráfico Proyectado  $T_p$ :

$$T_p = T_A * (1+i)^n$$

En donde:

$i$  = tasa de crecimiento.

$n$  = período de proyección expresado en años.

Para el valor de la tasa de crecimiento, el MTOP ha realizado estudios a partir del año 1963, en los que ha determinado que para todo el Ecuador dicha tasa varía entre el 5% y 7%. Para nuestro cálculo asumiremos el

5%. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años.

$$i = 0.05$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$T_p$  = vehículos.

Tráfico desarrollado  $T_D$ :

$$T_D = T_A * (1 + i)^{n-3}$$

$T_D$  = vehículos

Tráfico Desviado  $T_d$ :

$$T_d = 0.20 * (T_p + T_D)$$

$T_d$  = vehículos

Tráfico Generado  $T_G$ :

$$T_G = 0.25 * (T_p + T_D)$$

$T_G$  = # vehículos

Tráfico Promedio Diario Anual (**TPDA**):

$$TPDA = T_p + T_D + T_d + T_G$$

TPDA = # vehículos

TPDA = # vehículos.

El MTOP ha clasificado tradicionalmente las carreteras de acuerdo a un cierto grado de importancia basado más en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido que en su función jerárquica.

**Tabla 2.3:** Clasificación de Carreteras según el MOP

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CATEGORÍA DE LA VÍA</b>		<b>TPDA Esperado</b>
Corredor Arterial	R - I o R - II	(Tipo)	>8000
	I	todos	3000 - 8000
	II	todos	1000 - 3000
Colectora	III	todos	300 - 1000
	IV	todos	100 - 300
Vecinal	V	todos	<100

**Notas:**

- (1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil.
- (2) RI – RII – Autopistas.

**2.5.2 Velocidad de diseño.**

La velocidad adoptada para el diseño es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables.

Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera. Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos. Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto.

La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 Km/h. Debe procederse a efectuar en el lugar una adecuada señalización progresiva, con indicación de velocidad creciente o decreciente. La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado.

Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos.

**Tabla 2.4:** Velocidades de Diseño del MOP según la Clasificación de la vía.

<b>CATEGORÍA DE LA VÍA</b>		<b>VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h</b>											
		<b>BÁSICA</b>				<b>PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES</b>							
		<b>(RELIEVE LLANO)</b>				<b>(RELIEVE ONDULADO)</b>				<b>(RELIEVE MONTAÑOSO)</b>			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
R - I o R - II	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80	
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60	
II	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50	
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40	
IV	<b>90</b>	<b>60</b>	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25	
V	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25	

Adjuntamos la Tabla 2.4 donde se consignan los valores de las velocidades de diseño recomendadas por el MTOP en el Ecuador.

Los valores antes mencionados se han hecho en base a estudios por medio de la AASHTO la cual toma en cuenta las velocidades de los vehículos tanto livianos como el de los pesados.

Mediante la Tabla 2.4 de velocidades de diseño del MTOP obtenemos que para nuestra carretera de IV Orden y con terreno llano la velocidad de diseño para zona rural recomendada es de 90 Km/h.

### **2.5.3 VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN**

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes.

Esta velocidad es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto, para fines de diseño, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tránsito.

A medida que aumenta el volumen del tráfico la velocidad de circulación disminuye esto se debe a la interferencia creada entre los vehículos. Es por este motivo que se determina la velocidad promedio. Es necesario recalcar que la velocidad promedio es muy diferente a la velocidad promedio diaria.

Los valores de la velocidad de circulación para **volúmenes de tráfico bajos** se usan como base para el cálculo de las **distancias de visibilidad para parada** de un vehículo y los correspondientes a **volúmenes de tráfico intermedios** se usan para el cálculo de la **distancia de visibilidad para rebasamiento** de vehículos.

La relación que existe entre la velocidad de diseño y la velocidad de circulación, para el caso de volúmenes de tráfico bajos, está dado por la siguiente ecuación:

$$V_C = 0.8 * V_D + 6.5 \quad (\text{TPDA} < 1000)$$

Dónde:

$V_C$  = velocidad de circulación expresada en Km/Hora

$V_D$  = velocidad de diseño expresada en Km/Hora

Con la velocidad de diseño calculada previamente  $V_D = \text{km/h}$  y aplicando la ecuación 2.8 obtenemos que la Velocidad de Circulación para nuestro proyecto es:

$V_C = \text{Km/h}$  para (TPDA < 1000)

Para volúmenes de circulación intermedio (TPDA entre 1000 y 3000) está dado por la ecuación:

$$V_C = 1.32 * V_D^{0.89}$$

Con la velocidad de diseño  $V_D = 60\text{km/h}$  procedemos a calcular la velocidad de circulación para volúmenes de circulación intermedio obteniendo:

$V_C = \text{Km/h}$

Valor que comparado con el de la tabla 2.5 que se adjunta cae dentro de lo

especificado.

**Tabla 2.5:** Relación entre la Velocidad de Circulación y Velocidad de Diseño según el MTOP.

Velocidad de diseño en Km/h	Velocidad de Circulación en Km/h		
	Volumen de tránsito bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Para la **zona urbana** la velocidad de circulación es de 40 Km/h y para la **zona rural es** de 55 Km/h.

#### 2.5.4 Elementos de la selección de la vía

La sección transversal se puede dividir en elementos internos de la vía tales como el tipo de pavimento en la superficie, los carriles de circulación, los espaldones los bordillos y cunetas.

**Calzada.-** Es la parte de la vía destinada a la circulación de los vehículos, está dividida en carriles.

<b>ANCHOS DE LA CALZADA</b>		
<b>CLASE DE CARRETERA</b>	<b>ANCHO DE LA CALZADA (M)</b>	
	<b>RECOMENDA</b>	<b>ABSOLUT</b>
R-I O R-II > 8000 TPDA	7.3	7.3
I 3000 a 8000 TPDA	7.3	7.3
II 1000 a 3000 TPDA	7.3	6.5
III 300 a 1000 TPDA	6.7	6.0
IV 100 a 300 TPDA	6.0	6.0
V Menos de 100 TPDA	4.0	4.0

## **ESPALDONES**

Las principales funciones de los espaldones son las siguientes:

1. Suministrar espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija.
2. Suministra amplitud para el conductor, contribuyendo a una mayor facilidad de operación, libre de tensión nerviosa.
3. Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales.
4. Mejoramiento de la capacidad de la carretera, facilitando una velocidad uniforme.
5. Soporte lateral del pavimento.
6. Provisión de espacio para la colocación de señales de tráfico y sin provocar interferencia alguna.

Otras funciones:

7. La descarga del agua se escurre por la superficie de rodadura

reduciendo al mínimo la infiltración y evitando así el deterioro y la rotura del mismo.

8. Mejoramiento de la apariencia estética de la carretera.
9. Provisión de espacio para trabajos de mantenimiento.

CUADRO VIII-2

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

\* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico.

\*\*Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.

EL ancho de los espaldones en el proyecto de la vía El Prado – Flor de la María es de 0.6 m, según el Cuadro del Valores de diseño para el ancho de espaldones del MTOP.

## TALUDES

Los taludes de un corte o de un terraplén es la superficie inclinada y generalmente plana que lo limita por un lado, la inclinación del talud depende de la clase de terreno y corresponde, por lo menos, al ángulo de reposo del

material en que ha excavado el corte o con el cual se construye el terraplén. Sin embargo, también pueden influir en el diseño del talud otros factores, como la visibilidad, la apariencia de la vía, el préstamo de material, etc.

Estos taludes son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento. Aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible.

## **CUNETAS**

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

### **2.5.5 DISEÑO GEOMETRICO**

#### **ALINEAMIENTO HORIZONTAL.**

Alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son.

- Las tangentes
- Las curvas, sean estas circulares o de transición.
- La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva.
- El establecimiento del alineamiento horizontal depende de:
  - La topografía
  - Características hidrológicas del terreno,

- Condiciones del drenaje,
- Características técnicas de la subrasante
- Potencial de los materiales locales.

## **CRITERIOS GENERALES.**

De acuerdo a las normas de diseño geométrico de carreteras editado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador se deben considerar los siguientes criterios:

En general el proyectista debe combinar curvas amplias con tangentes largas en la medida que permite el terreno. Debe evitarse un alineamiento horizontal zigzagueante con curvas cortas, aunque será necesario proyectar un alineamiento curvilíneo balanceado para caminos de baja categoría en terreno muy accidentado. Siempre debe tomarse en cuenta en el trazado los aspectos de seguridad y estética de la carretera.

El diseñador debe trazar generalmente curvas de grandes radios, evitando los mínimos especificados para las velocidades de diseño y reservándolos para los casos de condiciones críticas. El alineamiento debe ser direccional en lo posible, de acuerdo con la topografía existente.

Siempre debe buscarse consistencia en el alineamiento, no deben colocarse curvas agudas en los extremos de tangentes largas y deben evitarse cambios súbitos de curvaturas amplias a curvaturas cerradas.

Para pequeños ángulos de deflexión, las curvas deben ser suficientemente largas para no dar la apariencia de un cargo de dirección forzado.

Deben evitarse curvas de radios pequeños sobre rellenos de altura y longitud grandes.

Hay que tener precaución en el empleo de curvas circulares compuestas para que la medida del radio mayor no exceda de una y media del radio

menor.

### **TANGENTES.**

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. El punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama **PI** y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “**α**” (**alfa**).

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

Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o por que favorecen al encandilamiento durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio.

### **CURVAS CIRCULARES.- GRADO Y RADIO DE CURVATURA.**

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples, compuestas y reversas.

Entre sus elementos característicos principales se tienen los siguientes:

**Grado de curvatura:** Es el ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño. El grado de curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. Se representa con la letra GC y su fórmula es la siguiente:

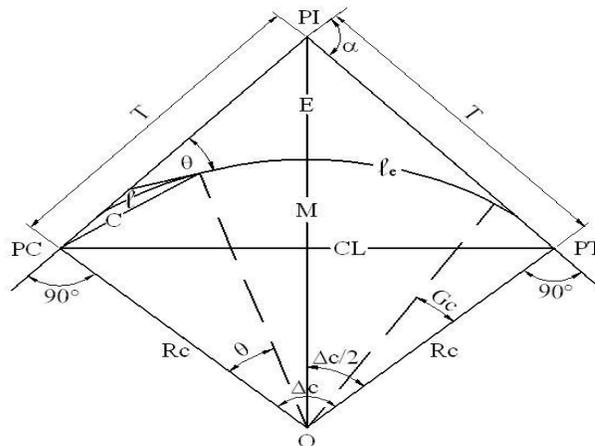
$$G_c = \frac{1145.92}{R}$$

**Radio de curvatura:** Es el radio de la curva circular y se identifica como “R” su fórmula en función del grado de curvatura es:

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

**Curvas circulares Simples:** Es un arco de circunferencia tangente a dos alineamientos rectos de la vía y se define por su radio, que es asignado por el diseñador como mejor convenga a la comodidad de los usuarios de la vía y a la economía de la construcción y el funcionamiento.

### Elementos de la Curva Simple



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

**PC:** Punto en donde empieza la curva simple

**PT:** Punto en donde termina la curva simple

$\alpha$  : Angulo de deflexión de las tangentes

$\Delta_c$  : Angulo central de la curva circular

$\theta$  : Angulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

$G_c$ : Grado de curvatura de la curva circular

**RC: Radio** de la curva circular

**T:** Tangente de la curva circular o subtangente

**E** : External

**M:** Ordenada media

**C:** Cuerda

**CL:** Cuerda larga

**I:** Longitud de un arco

**le:** Longitud de la curva circular

**Longitud de la curva:** Es la longitud del arco entre el PC y el PT. Se lo representa como  $l_c$  y su fórmula para el cálculo es la siguiente:

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

**Tangente de curva o subtangente:** Es la distancia entre el PI y el PC ó entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa con la letra “**T**” y su fórmula de cálculo es:

$$T = R * \text{Tang}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

**External:** Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra “**E**” y su fórmula es:

$$E = R \left( \text{Sec} \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

**Ordenada media:** Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “**M**” y su fórmula de cálculo es:

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

**Deflexión en un punto cualquiera de la curva:** Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el PC y la tangente en el punto considerado. Se lo representa como  $\theta$  y su fórmula es:

$$\theta = \frac{Gc * l}{20}$$

**Cuerda:** Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva. Se la representa con la letra “**C**” y su fórmula es:

$$C = 2 * R * \text{Sen} \frac{\theta}{2}$$

Si los dos puntos de la curva son el **PC** y el **PT**, a la cuerda resultante se la llama **CUERDA LARGA**. Se la representa con las letras “**CL**” y su fórmula es:

$$Cl = 2 * R * \text{Sen} \frac{\alpha}{2}$$

**Angulo de la cuerda:** Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva. Su representación es “**Ø**” y su fórmula para el cálculo es:

$$\phi = \frac{\theta}{2}$$

En función del grado de curvatura:

$$\phi = \frac{Gc * l}{40}$$

El ángulo para la cuerda larga se calcula con la siguiente fórmula:

$$\phi = \frac{G * lc}{40}$$

A continuación en la tabla 3.3 se muestra los elementos obtenidos de una curva horizontal, los otros resultados se encuentran en los anexos.

<b>R =</b>	<b>110 m</b>
<b>∠ =</b>	<b>42° 3' 59.14"</b>
<b>T =</b>	<b>42.298 m</b>
<b>E =</b>	<b>7.852 m</b>
<b>CL =</b>	<b>78.960 m</b>
<b>F =</b>	<b>7.329 m</b>
<b>L<sub>C</sub> =</b>	<b>80.762 m</b>

**Tabla 3.3:** Valores de los elementos de la curva Horizontal 1 (Derecha).

**Curvas circulares Compuestas:** son las curvas formadas por dos o más curvas circulares simples consecutivas, tangentes en un punto común y con sus centros al mismo lado de la tangente común. El punto de tangencia común se llama punto de curvatura compuesta.

Estas curvas son útiles para lograr que la vía se ajuste mejor al terreno, especialmente en terrenos montañosos donde pueden necesitarse dos, tres o más curvas simples de diferente radio.

**Curvas circulares reversas:** existen cuando hay dos curvas circulares con un punto de tangencia común. En general están prohibidas por todas las clases de especificaciones y, por tanto, se deben evitar en carreteras pues no permiten manejar correctamente. La figura 3.4 da una ilustración de las Curvas circulares reversas.

## RADIO MÍNIMO

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.

El empleo de curvas con Radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento.

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

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

Dónde:

**R** = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

**V** = Velocidad de diseño, Km/h.

**f** = Coeficiente de fricción lateral.

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

Algunos Criterios para adoptar los valores del radio mínimo:

- Cuando la topografía del terreno es montañosa escarpada.
- En las aproximaciones a los cruces de accidentes orográficos e hidrográficos. En intersecciones entre caminos entre sí.
- En vías urbanas.

Velocidad de Diseño (kph)	Peralte Máximo e	f máximo	Total e+f	Radio Mínimo Calculado (m)	Radio mínimo Redondeado (m)
40	0.1	0.1650	0.265	47.5412272	50
50	0.1	0.1600	0.26	75.7116899	80
60	0.1	0.1580	0.258	109.869987	110
70	0.1	0.1462	0.2462	156.712742	160
80	0.1	0.1400	0.2400	209.973753	210
90	0.1	0.1337	0.2337	272.911971	275
100	0.1	0.1274	0.2274	346.262786	350
110	0.1	0.1211	0.2211	430.916285	435
120	0.1	0.1149	0.2149	527.621344	530

### **CURVAS DE TRANSICIÓN.**

Al pasar de una lineamiento recto a una curva circular aparece la fuerza centrífuga que tiende a desviar el vehículo de la trayectoria que debe recorrer, esto representa una incomodidad y peligro. En realidad lo que ocurre es que para evitar, el conductor instintivamente, no sigue la traza correspondiente a su línea de circulación, sino otra distinta, la cual pasa paulatinamente del radio infinito a la alineación recta al finito de la curva circular.

El conductor se aparta de la línea circular y evita la incomodidad que le produce el cambio brusco de condiciones de equilibrio del vehículo, pero al salir de su línea de circulación aparece el peligro de choque con un vehículo que pueda venir en dirección contraria.

Con las curvas de transición se puede resolver el problema, ya que estas son curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobre ancho.

La característica principal es que a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular.

Tanto la variación de la curvatura como la variación de la aceleración centrífuga son constantes a lo largo de la misma. Este cambio será función de la longitud de la espiral, siendo más repentino cuando su longitud sea más corta.

Las curvas de transición empalman la alineación recta con la parte circular, aumentando la seguridad, al favorecer la maniobra de entrada en la curva y la permanencia de los vehículos en su propio carril. La clotoide o espiral de Euler es la curva más apropiada para efectuar transiciones. Todas las clotoides tienen la misma forma, pero difieren en sí por su longitud.

## **2.5.6 PERALTE**

### **MAGNITUD, DESARROLLO, LONGITUD DE TRANSICIÓN.**

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga "**F**". Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (**P**) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada.

**Magnitud del Peralte.** El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el

valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad.

Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la fricción, para que sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral.

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

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km./h. Para utilizar los valores máximos del peralte deben tenerse en cuenta los siguientes criterios para evitar:

Un rápido deterioro de la superficie de la calzada en caminos de tierra, sub.-base, por consecuencia del flujo de aguas de lluvia sobre ellas.

Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente los pesados.

El resbalamiento dentro de la curva del vehículo pesado que transita a una velocidad baja.

**Desarrollo del peralte:** Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte.

En Curvas circulares, la longitud de transición del peralte se distribuye 1/3 en la curva y 2/3 en la tangente. En curvas con espirales el peralte se lo desarrolla a todo lo largo de la longitud de la espiral.

Se calcula la longitud “L” de desarrollo del peralte en función de la gradiente de borde “i”, cuyo valor se obtiene en función de la velocidad de diseño.

$$L_t = \frac{e * a}{2i} \quad [\text{Ec. } 3.14]$$

Donde:

L<sub>t</sub> = longitud de la transición

e = Valor del peralte.

a = ancho de la calzada.

i = gradiente Longitudinal.

Para encontrar

La longitud de Bombeo, podemos establecer la siguiente relación:

$$L_p = \frac{P * a}{2 * i} \quad [\text{Ec. 3.15}]$$

Donde:

L<sub>p</sub> = longitud del bombeo.

Longitud mínima para el desarrollo del peralte, es la que corresponde a la distancia recorrida por un vehículo en el tiempo de dos segundos, a la velocidad de diseño, es decir.

$$L_{mín} = 0.56V$$

V = Km/h.

En la siguiente tabla se presentan los valores considerados en nuestro proyecto para el cálculo del desarrollo del peralte.

<b>Normas del M.T.O.P</b>	<b>Valor</b>
e (peralte máximo)	10 %
a (ancho de la calzada)	7.20 m
B (bombeo de la calzada)	3%
i (gradiente longitudinal)	0.05%
Lt ( longitud de transición)	50.0 m
X ó Lp (longitud del peralte)	15.0 m

## **SOBREANCHO**

### **EL SOBREANCHO EN LAS CURVAS**

El objeto del sobre ancho en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir los sobreanchos por las siguientes razones:

El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo.

La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva. Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores.

Para el caso si el vehículo describe una curva, marchando a muy pequeña velocidad, el sobreebancho se podría calcular geoméricamente, ya que su eje posterior es radial. Lo mismo ocurrirá cuando describiera una curva peraltada a una velocidad tal, de manera que la fuerza centrífuga fuera contrarrestada completamente por la acción del peralte.

En cambio si la velocidad fuera menor o mayor que la anterior, las ruedas traseras se moverían a lo largo de una trayectoria más cerrada o más abierta, respectivamente. Para el cálculo práctico del sobreebancho, no se ha tenido en cuenta esta circunstancia, muy variable según las características de los vehículos y la velocidad que desarrollan.

### **ALINEAMIENTO VERTICAL.**

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales.

## **GRADIENTES MÁXIMAS Y MÍNIMAS.**

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales. En la siguiente tabla se muestra los valores de diseño de las gradientes longitudinales.

La Gradiente y Longitud máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores: Para gradientes del:

**8—10%**, La longitud máxima será de: 1.000 m.

**10—12%**, 500 m. 1

**2—14%**, 250 m.

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

**Gradientes Mínimas.** La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

## **LONGITUDES CRÍTICAS DE GRADIENTES PARA EL DISEÑO.**

El término “longitud crítica de gradiente” se usa para indicar la longitud máxima de gradiente cuesta arriba, sobre la cual puede operar un camión representativo cargado, sin mayor reducción de su velocidad y,

consecuentemente, sin producir interferencias mayores en el flujo de tráfico.

Para una gradiente dada, y con volúmenes de tráfico considerables, longitudes menores que la crítica favorecen una operación aceptable, y viceversa. A fin de poder mantener una operación satisfactoria en carreteras con gradientes que tienen longitudes mayores que la crítica, y con bastante tráfico, es necesario hacer correcciones en el diseño, tales como el cambio de localización para reducir las gradientes o añadir un carril de ascenso adicional para los camiones y vehículos pesados.

Esto es particularmente imperativo en las carreteras que atraviesan la cordillera de los Andes. Los datos de longitud crítica de gradiente se usan en conjunto con otras consideraciones, tales como el volumen de tráfico en relación con la capacidad de la carretera, con el objeto de determinar sitios donde se necesitan carriles adicionales.

### **CURVAS VERTICALES.-CONCAVAS Y CONVEXAS.-REPLANTEO.**

Las curvas verticales se utilizan para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas, con el fin de suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos.

La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular. Por otro lado, debido a que la medida de las longitudes en una carretera se hace sobre un plano horizontal y las gradientes son relativamente planas, prácticamente no hay error alguno al adoptar la parábola simple.

#### **Curvas Verticales Convexas.**

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

considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros.

### **Curvas Verticales Cóncavas.**

No existe un criterio único respecto de la longitud para el diseño de esta clase de curvas. Existen cuatro criterios diferentes con el fin de establecerla, que son:

- Distancia de visibilidad nocturna, que es el que más se tiene en cuenta
- Comodidad para conducir y para los usuarios
- Control de drenaje
- Apariencia de la vía.

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

La longitud de la curva dependiendo del tipo de curva, son expresadas por las siguientes fórmulas.

<b>Curva Vertical Cóncava</b>	<b>Curva Vertical Convexa</b>
$L_{CV} = A * (S^2 / (122 + 3.5*S))$	$L_{CV} = A * S^2 / 426$

**Donde:**

L= Longitud de la curva vertical, expresada en metros.

A = diferencia de pendientes ( $m_1 - m_2$ ), expresada en porcentajes.

S= distancia de visibilidad de parada, expresada en metros.

## 2.5.7 DISTANCIAS DE VISIBILIDAD

Se le denomina distancia de visibilidad a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él.

En la distancia de visibilidad existen dos aspectos:

La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.

La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo..

### **DISTANCIAS DE VISIBILIDAD DE REBASAMIENTO Y DE PARADA O FRENADO.**

**Distancias de Visibilidad de Parada o Frenado.-** Es la distancia mínima que debe existir en toda la longitud del camino, necesaria para que un conductor que transita a ó cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él y producir un colapso. Por lo tanto es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera.

Esta distancia de visibilidad de parada esta expresada por:

$$D_{vp} = D_1 + D_2$$

En la cual:

**D<sub>1</sub>** = Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto hasta la distancia de frenado expresada en metros.

**D<sub>2</sub>**= Distancia recorrida por el vehículo una vez aplicados los frenos.

Para el cálculo de la **Distancia de Frenado** ( $D_2$ ) se utiliza la siguiente ecuación:

$$D_1 = \frac{V_c * t}{3.6} \Rightarrow \frac{V_c * 2.5 \text{seg}}{3.6 \text{seg}} = 0.6944 * V_c$$

Donde:

$t$  = tiempo de percepción más reacción en seg.

Por lo tanto:

$$D_1 = 0,7 V_c$$

Donde:

$V_c$  = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

Donde  $V_c = 55$  Km/h, entonces se obtiene:

$$D_1 = \underline{\underline{m}}$$

Para el cálculo de la **Distancia de Frenado** ( $D_2$ ) se utiliza la siguiente ecuación:

$$D_2 = \frac{V_c^2}{254 * f}$$

En donde:

$V_c$  = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

$f$  = coeficiente de fricción longitudinal.

El coeficiente de fricción longitudinal no es el mismo para las diferentes velocidades, pues decrece conforme aumenta la velocidad, dependiendo también de varios otros elementos, estando esta variación representada por la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

Con  $V_c = 55 \text{ Km/h}$ , se obtiene:

$$f = \#$$

Reemplazando este valor en la ecuación 2.12, Se obtiene:

$$D_2 = \underline{\underline{m}}$$

Reemplazando  $D_1$  y  $D_2$  en la ecuación 2.10 se obtiene:

$$D_{vp} = \underline{\underline{\#}}$$

En la tabla 2.6 se consignan los diversos valores de diseño para las distancias de visibilidad de parada de un vehículo que se recomiendan sean aplicados en el país.

2.6		VALORES DE DISEÑOS DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MINIMAS						
		PARA PARADAS DE UN VEHICULO (METROS)						
		VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO			
Clase de Carretera		L	O	M	L	O	M	
R-I	R-II	> 8000 TPDA	220	180	135	180	135	110
I	3000	a 8000	180	160	110	160	110	70
II	1000	a 3000	160	135	90	135	110	55
III	300	a 1000	135	110	70	110	70	40
IV	100	a 300	110	70	55	70	35	25
V	MENOS DE	a 100	70	55	40	55	35	25

**Distancias de Visibilidad de Rebasamiento.-** Es la Distancia necesaria para que un vehículo que circula a velocidad de diseño rebasa a otro que va a una velocidad menor sin que produzca la colisión con otro vehículo que viene en sentido contrario.

Sin embargo se puede dar el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente.

Esta distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad.

La AASHTO recomienda que cada dos kilómetros exista distancia de visibilidad de rebasamiento, porque resultaría antieconómico proyectar una carretera con distinta visibilidad de rebasamiento en toda su longitud.

Las Hipótesis que se han adoptado para la determinación de la visibilidad de rebasamiento son:

- El vehículo rebasado viaja a una velocidad uniforme.
- El vehículo que rebasa es forzado a viajar a la misma velocidad que el vehículo rebasado, mientras atraviesa la sección de carretera en donde la distancia de visión no es segura para el rebase.
- Cuando se alcanza la sección segura de rebase, el conductor del vehículo que rebasa requiere un corto período de tiempo (tiempo de percepción) para observar el tránsito opuesto y decidir si es seguro el rebase o no.
- La maniobra de rebase se realiza acelerando en todo momento.

- Cuando el vehículo rebasa y regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.

La AASHTO establece que la diferencia de velocidad entre el vehículo rebasado y el que rebasa es de 16 Km/Hora para que rebase en pendientes negativas, 24 Km/Hora en horizontal y 32 Km/Hora en pendientes positivas.

Para carreteras de dos Vías, la distancia de visibilidad está representada por la suma de cuatro distancias parciales que son:

$$D_r = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

Donde:

$D_1$  = distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

$D_2$  = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

$D_3$  = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra.

$D_4$  = distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir,  $2/3$  de  $d_2$ . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo que rebasa.

## 2.6 PAVIMENTACION

La función de un pavimento es la de proveer una superficie de rodamiento adecuada al tránsito y distribuir las cargas aplicadas por el mismo, sin que se

sobrepasen las tensiones admisibles de las distintas capas del pavimento y de los suelos de fundación.

Un buen diseño debe cumplir con las condiciones enunciadas precedentemente al menor costo inicial y con un mínimo de conservación durante la vida útil del pavimento.

El objetivo del diseño de un pavimento es el de calcular el mínimo espesor necesario de cada una de las capas para que cumplan con las exigencias anteriores, teniendo en cuenta los valores económicos de las mismas para lograr la solución técnico-económica más conveniente.

Los pavimentos están formados por capas de resistencia decreciente con la profundidad.

Generalmente se componen de: carpeta de rodamiento – que puede ser de asfáltica o de hormigón - base y sub-base apoyado todo este conjunto sobre la subrasante. En algunos casos pueden faltar algunas de estas capas.

La función de cada una de las capas del pavimento es doble:

- 1) distribuir las tensiones provenientes de la parte superior reduciéndolas hasta valores admisibles para las capas inferiores y,
- 2) ser suficientemente resistentes por sí mismas para soportar, sin deformaciones permanentes, las cargas a las cuales están sujetas.

### **2.6.1 TIPOS DE PAVIMENTOS**

**Pavimento articulado:** posee una capa de hormigón que se caracteriza por ser muy resistente y flexible. Además se le agregan varios elementos como

el cemento. Todos los materiales deben ser colocados de tal manera que resulten homogéneos. Puede ser utilizado durante largos períodos de tiempo ya que resulta muy resistente ante el desgaste y el agua. Es muy utilizado para la circulación de vehículos, además para que el agua no se acumule. Algunos lugares donde se lo ve regularmente son en calles, aeropuertos, entrada a puentes, cunetas, muelles, sendas peatonales, entre muchos otros.

Un gran inconveniente que es normal que se produzca en este tipo de pavimentos, se relaciona con la falla de la base. En este caso el arreglo puede resultar muy costoso.

**Pavimento rígido:** está sostenido sobre una capa de material, está dotado de una losa de cemento hidráulica. Estos tienen la capacidad de soportar cargas pesadas gracias a su base de concreto. Estos tipos de pavimento son bastante económicos, sobre todo a la hora del mantenimiento. Además al ser muy resistente puede ser utilizado durante mucho tiempo, son fáciles para construir. Existen diversas clases de éste, algunos de ellos son reforzados, simple, pre esforzado, entre otros. Son muy utilizados en las ciudades y fábricas de trabajo industrial.

Funciones del pavimento rígido:

1. Drenaje
2. Prevención del bombeo
3. Prevención / control del congelamiento
4. Reducir el efecto del cambio del volumen de la subrasante
5. Plataforma de construcción

Daños que causan en estos pavimentos:

- Agrietamiento

- Bombeo
- Desnivel entre losas
- Deterioro de losas
- Rotura / quiebre de losa
- Sulfatados
- Falla de juntas

**Pavimento flexible:** son aquellos que tienen un revestimiento asfáltico sobre una capa base granular. La distribución de tensiones y deformaciones generadas en la estructuras por las cargas de rueda del tráfico se da de tal forma que las capas de revestimiento y base absorben las tensiones verticales de compresión del suelo de fundación por medio de la absorción de tensiones cizallantes.

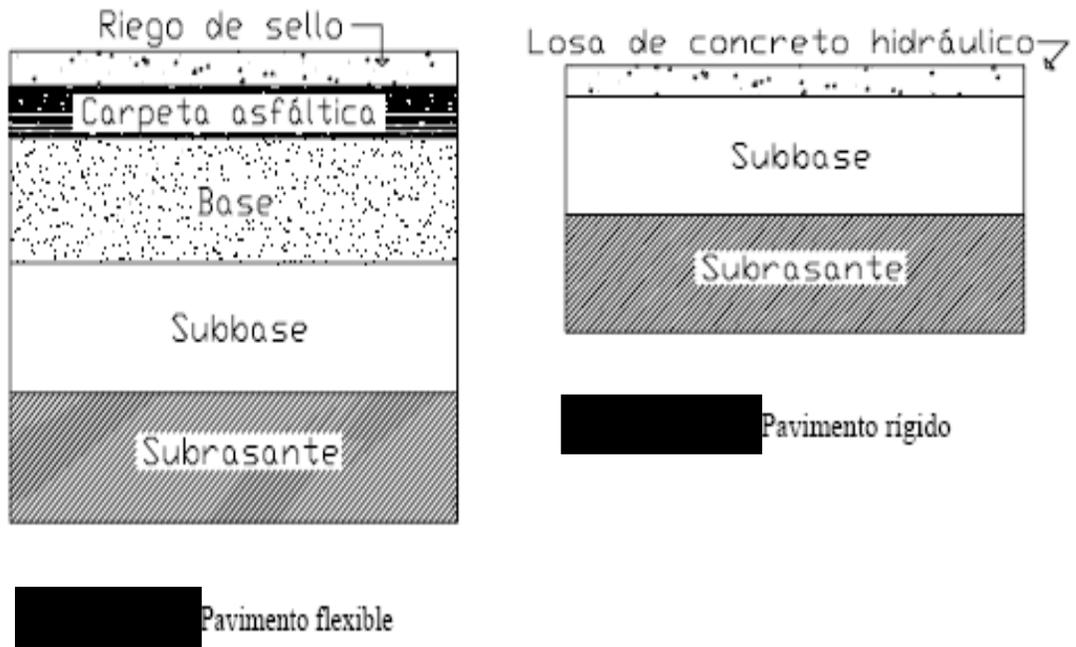
Las cargas son transmitidas de “grano a grano” a través de la estructura granular del pavimento. Ya que es flexible tiene menor capacidad portante, y esta actúa como una capa elástica.

Funciones del pavimento rígido:

1. Soporte estructural
2. Drenaje
3. Prevención / control del congelamiento
4. Reducir el efecto del cambio del volumen de la subrasante

**Pavimento Semi-rígido:** este pavimento, también conocido como pavimento compuesto, es muy similar al flexible, pero también al de tipo rígido. La parte flexible suele estar en la parte superior, mientras que la rígida en la parte

inferior. Además es común que posea una capa de cemento o concreto. Gracias al cemento, es estable y puede soportar cargamentos muy pesados, como aviones o camiones.



Las estructuras de pavimentos se han diseñado por el método mecanicista de multicapas, el cual utiliza como parámetro de diseño para la subrasante el Módulo Resiliente. Sin embargo por simplicidad, la guía utiliza el valor de soporte CBR (California Bearing Ratio) para la caracterización de la capacidad de soporte del suelo de subrasante o suelo de fundación.

### Fundamentos del diseño de pavimentos

Para el cálculo de los espesores de un pavimento, como para el dimensionamiento de todas las estructuras de ingeniería, es necesario hacer el análisis de la carga que va a actuar, conocer la resistencia de los

materiales de que se dispone y estudiar la fundación sobre la que se va a apoyar el conjunto.

El diseño de pavimentos comprende básicamente dos aspectos:

- a) el diseño de las mezclas y/o materiales a emplear en el pavimento, y
- b) el diseño estructural o dimensionamiento de los componentes del pavimento.
- c)

Ambos aspectos si bien son diferentes, deben llevarse en forma conjunta. En efecto, en el caso del dimensionamiento de un pavimento el cálculo de espesores dependerá de la resistencia de las diversas capas estructurales, la que se relaciona directamente con las características de los materiales y de las mezclas a emplear en la construcción de las mismas. Asimismo, algunas de estas propiedades condicionan los procesos constructivos, como por ejemplo, la compactación.

De allí que el proyecto de un pavimento no se limita a indicar los espesores de las diversas capas que constituyen la estructura adoptada, sino que se complementa con las especificaciones técnicas en las que se definen los requerimientos de las mezclas a emplear, y la manera en que se han de llevar a cabo los procedimientos constructivos para satisfacer dichos requerimientos.

### **Factores que intervienen en el cálculo de espesores**

Los pavimentos son diseñados para obtener en forma económica un buen comportamiento durante una larga vida de servicio. Diversos factores deben analizarse para obtener el diseño del más bajo costo anual. Estos factores son:

- Tránsito considerando las cargas por eje o rueda y su frecuencia
- Resistencia de los materiales
- Subrasante
- Drenaje
- Acción de las heladas
- Vida útil para el diseño

### **2.6.2 TRÁNSITO**

En el análisis de las cargas actuantes, se deben tener en cuenta el peso u número de vehículos que van a circular durante la vida útil del pavimento. No es posible llegar al conocimiento exacto de estos números ya que el mismo resulta cambiante a través del tiempo, pudiéndose hacer solamente estimaciones en base a hipótesis más o menos ajustadas a la realidad.

Originariamente se tenían en cuenta las cargas máximas, pero posteriormente, se ha verificado la importancia de la repetición de cargas y la influencia de la fatiga en la falla de los pavimentos.

El volumen y carácter del tránsito fijan el ancho del pavimento, mientras que el peso y la frecuencia de las cargas de los ejes o de las ruedas de los vehículos, determinan el espesor y otras características del diseño estructural.

### **RESISTENCIA DE LOS MATERIALES**

La determinación de la resistencia de los materiales que intervienen en la estructura deben hacerse en la forma más crítica de trabajo si los materiales de base son de tipo granular y pueden ser afectados por la presencia de

agua, proveniente de la napa, el ensayo debe hacerse en esas condiciones de humedad.

Los ensayos de resistencia deben ser complementados con ensayos de durabilidad de tal forma que se tenga seguridad de la permanencia de sus propiedades en el tiempo.

En el caso de las mezclas asfálticas, hay que tener en cuenta las condiciones de temperatura de servicio, ya que en materiales plasto-elásticos la resistencia varía sustancialmente con la misma.

Con los resultados de la resistencia de los materiales a los que se les aplica coeficientes de seguridad adecuados al tipo de estructura que tenemos y conociendo las tensiones a que se encuentra sometido, se puede proceder al dimensionado del pavimento.

## **SUBRASANTE**

El estudio de la fundación debe realizarse como en el caso de capa de rodamiento, base y sub-base: en las condiciones más críticas de servicio.

Generalmente los procedimientos y ensayos que se utilizan para el estudio de la subrasante son los mismos que se utilizan para los materiales de sub-base y base cuando no tienen cimentación.

El punto fundamental es conocer el grado de compactación y porcentaje de humedad que va a tener en obra y hacer los ensayos en estas condiciones.

Una buena densificación de la subrasante es fundamental para lograr un buen comportamiento de toda la estructura, evitando así el posterior asentamiento por consolidación.

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

La fracción pasante del tamiz No. 40 tendrá un  $IP < 9\%$  Y Limite Liquido  $< 35\%$  y un  $CBR > 20\%$  La compactación puede ser hasta el 95% de la prueba Asto T-180, método D.

## **SUB-BASE Y BASE**

Las bases y sub-bases son capas de material pétreo adecuadamente seleccionadas para traspasar las cargas de la carpeta de rodadura a la subrasante (Infraestructura). Puesto que los esfuerzos en un Pavimento decrecen con la profundidad, la ubicación de estos materiales dentro de la estructura de un pavimento (superestructura), está dada por las propiedades mecánicas de cada una de ellas.

TAMIZ	%PASANTE
<b>4</b>	<b>100</b>
200	20

### **SUB-BASE**

Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la subrasante. Tiene como objeto: 1-Servir de capa de drenaje al pavimento. 2-Controlar, o eliminar en lo posible, los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la subrasante. 3-Ayuda a prevenir la acumulación de agua libre dentro de la estructura del pavimento. En este caso se debe especificar material de libre drenaje y colectores para evacuar el agua.

### **BASE**

Esta capa tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y, además, repartir uniformemente estos esfuerzos a la sub-base y al terreno de fundación. Las bases pueden ser granulares, o bien estar formadas por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante. El material pétreo que se emplee en la base, deberá llenar los siguientes requisitos:

1. Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.
2. No presentar cambios de volumen que sean perjudiciales.
3. El porcentaje de desgaste, según el ensayo, debe ser inferior a 45.
4. La fracción del material que pase del tamiz # 40, ha de tener un límite líquido menor del 25% y un índice de plasticidad inferior a 6.
5. La fracción que pasa el tamiz # 200, no podrá exceder de 1/2 y en ningún caso de los 2/3 de la fracción que pase el tamiz # 40.
6. El CBR tiene que ser superior a 50%.

### **Base, Sub-base y Sub-rasante Mejorada**

**Base:** son las capas de espesor establecido, diseñado sobre la sub-base o subrasante mejorada para sostener la superficie o carpeta de rodadura.

**Sub-base:** son las capas de material especificado o seleccionado, de espesor establecido, colocado sobre la subrasante para sostener la base.

**Sub-rasante mejorada:** es una capa que tiene mayor capacidad portante que el suelo de fundación. Esta se coloca con la finalidad de reducir los espesores de las capas del pavimento.

### **Materiales**

**Para Sub-base:** el material usado para sub-base se utilizara en estado natural o se obtendrá mediante el proceso de cribado, de forma tal que se

garantice el logro de una granulometría comprendida dentro de los límites especificados.

**Para Base:** el material se usara en estado natural, se obtendrá mediante el cribado y mezclado del material o mediante la utilización de una planta trituradora equipada con cribas vibratorias capaces de separar el material de mina o cantera en varios tamaños.

### **2.6.3 VIDA ÚTIL PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO**

Conociendo las condiciones del tránsito, el pavimento puede ser diseñado para la vida de servicio que se desee. Debe establecerse el volumen y peso del tránsito futuro previsible.

Se acostumbra a tomar vidas útiles del pavimento rígido comprendidas entre 30 y 50 años.

Par el caso de pavimentos flexibles las vidas útiles suelen estar comprendidas entre 15 y 20 años.

En lo que respecta a la granulometría, los requisitos serán, según el M014 del MTOP.....los siguientes:

**Porcentaje por Peso del Material que pasa por Tamiz con Malla Cuadrada**

Abertura		Base		Subbase	
(Pulg)	(mm)				
2½"	62.5			100	100
1½"	37.5	100	100		
1"	25	70	95	65	100
¾"	20	65	90		
⅜"	10	50	75	40	75
No.4	4.75	35	60		
No.10	2	25	45	20	50
No.40	0.425	12	28		
No.200	0.075	5	15	5	18

### Capa de rodadura

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

En nuestro proyecto hemos determinado como solución vial la utilización de pavimento flexible, y para llegar a cabo su estudio es necesario partir de los parámetros como la mecánica de suelos donde se indica los procedimientos para obtener la granulometría, proctor, límites y CBR parámetros importantes para el diseño del pavimento flexible, los cuales se indican a continuación:

### Determinación del límite líquido:

Resumen Norma AASHTO T 89 - 02 ASTM D 4318. PCV 2008 LVGI 203

**Alcance.-** Este método describe el procedimiento para determinar el Límite Líquido de los suelos. El Límite Líquido de un suelo es el contenido de agua que este tiene y se lo determina con el siguiente proceso en el cual el suelo pasa del estado plástico al líquido.

**Equipo:**

**Plato.-** Un pialo de porcelana, preferentemente sin esmaltar, o similar para el mezclado de aproximadamente de 115 mm de diámetro.

**Espátula.-** De hoja flexible que tenga una hoja aproximadamente de 75 mm a 100 mm de longitud y 20 mm de ancho con punta redonda.

**Copa de Casagrande.-** Es un dispositivo que consiste en un plato de latón y carruaje, calibrada para una altura de caída de 10 mm construido según el plano y dimensiones mostradas. Operada manual o mecánicamente, el dispositivo mecánico dará el mismo valor de límite líquido como el obtenido con el dispositivo operado manualmente.

**Ranurador.-** Puede ser plano o encorvado.

**Calibrador.-** Ya sea unido al ranurador o separado, conforme a las dimensiones mostradas en la figura 1 y si es separado, una barra de metal de  $10 \pm 0.2$  mm de espesor y 50 mm de longitud aproximadamente.

**Recipientes.-** Hechos de material resistente a la corrosión y no sujetos al cambio de masa o desintegración con el repetido calentamiento y enfriamiento. Los recipientes tendrán las tapas que cierren bien para prevenir pérdida de humedad de las muestras antes de la determinación de la masa inicial y prevenir la absorción de humedad de la atmósfera en el secado

antes de la determinación de masa final. Es necesario un recipiente para cada determinación del contenido de humedad.

**Horno.-** Termostáticamente controlado, capa/, de mantener constantemente una temperatura de  $10\pm 5$  °C ( $240\pm 9$  °F) para el secado de las muestras húmedas.

**Muestra de prueba:**

Se tomará una muestra con una masa aproximada de luego de la porción completamente mezclada del material pasante del tamiz de #425 mm (N\*425) que se ha obtenido de acuerdo con la norma AASHTO T 87 (preparación de muestras secas de suelos perturbados para ensayos) o la norma AASHTO T 146 (preparación húmeda de muestras de suelos perturbados para ensayos).

**Ajuste del aparato.-** Deberá inspeccionarse el aparato de límite líquido para verificar que se halle en buenas condiciones de trabajo. El pin que conecta la copa no debe hallarse excesivamente gastado a fin de evitar juego lateral ni el tomillo que conecta la copa hallarse tan gastado debido al largo uso. Inspecciónese además, el ranurador para verificar que las dimensiones límites son las indicadas.

Por medio del calibrador, ajuste la aliarra a la cual se levanta la copa, de tal manera que el punto que hace contacto con la base al caer esté exactamente sobre ésta. Asegure la platina de ajuste apretando los tornillos con el calibrador, aún colocado compruébese el ajuste girando la manija rápidamente varias veces.

Si el ajuste es correcto, un sonido de roce se oirá cuando la excéntrica golpea contra la copa. Si la copa se levanta del calibrador o no se oye ruido, hágase un nuevo ajuste.

**Procedimiento.-** Ponga la muestra en el plato de mezclado y agregue de 15 a 20 ml de agua destilada o desmineralizada revolviendo alternadamente y repetidamente, amasando y cortando con la espátula a fin de homogenizar la muestra. Realizar más adiciones de agua en incrementos de 1 a 3 ml. Cada incremento de agua se mezclará completamente con la muestra cómo se indicó anteriormente antes de hacer otro incremento de agua.

Cuando el agua suficiente ha sido completamente mezclada con la muestra hasta formar una masa uniforme de consistencia dura, ponga una cantidad suficiente de esta mezcla en la copa de Casagrande sobre el sitio en que ésta reposa en la base y comprímase hacia abajo, extienda con la espátula hasta alcanzar una profundidad de 10 mm en el punto de espesor máximo teniendo cuidado de evitar la inclusión de burbujas de aire.

Para evitar que la muestra colocada sobre la copa sea insuficiente, es conveniente poner una cantidad un poco mayor y se elimina, el sobrante alcanzándolo con la espátula. Para extender la muestra se procede del centro hacia los extremos sin aplicar una presión excesiva con el mínimo de pasadas de la espátula. Colocado y ranurado el material, se acciona el Casagrande para alzar y dejar caer la copa a razón de dos golpes por segundo hasta lograr que las dos mitades de la muestra se pongan en contacto en el fondo de la ranura a lo largo de una distancia de aproximadamente 13 mm; se registra el número de golpes necesarios para cerrar la ranura esta distancia.

Se toma una rodaja de la muestra de aproximadamente la anchura de la espátula extendiéndose de borde a borde de la copa y en Angulo recto con la ranura e incluso la porción de ésta en que la muestra fluyó y colóquese en el recipiente, pésese y anótese. Coloque el suelo en horno para determinar el

contenido de humedad de acuerdo con la norma AASHTO T 265 y se registre los resultados. La muestra que permanece en la copa se pone en el pialo de mezclado, se lava, se seca la copa y el ranurador para el próximo ensayo.

Los pasos anteriores se repiten para por lo menos dos porciones adicionales con el suelo réstame en el plato de me/ciado al que se ha agregado agua suficiente para que la muestra tenga una condición más fluida. El objeto de este procedimiento es obtener muestras de tal consistencia que por lo menos una de las determinaciones del número de golpes requeridos para cerrar la ranura del suelo se halle en cada uno de los siguiente rangos: 25 a 35, 20 a .10, 15 a 25, así el rango en las tres determinaciones es por lo menos 10 golpes.

Luego se grafican los puntos correspondientes a cada determinación, en un gráfico semi-logarítmico en el cual se representa, en las abscisas el número de golpes en escala logarítmica y en las ordenadas el contenido de humedad en escala aritmética. Se ira una línea recta que permita unir aproximadamente los puntos gradados, esta recta toma el nombre curva de fluido

**Cálculo del límite líquido.-** Se tomará como límite líquido de la muestra al contenido de humedad que corresponde a la intersección de la curva de fluidez con la ordenada a los 25 golpes. Informe este valor al número entero más cercano.

Donde:

**ir** : contenido de agua (%)

**mi**: masa recipiente y muestra húmeda (g)

**in2**: masa recipiente y muestra seca (g)

**ni3**: masa recipiente (g)

**Consideraciones generales.-** La prueba debe realizarse en un lugar cerrado, con ventilación indirecta, limpio y libre de corriente de aire de cambios de temperatura y de partículas que puedan alterar la muestra. Una vez que se ha empezado a probar la muestra, ningún material seco adicional debe agregarse a la muestra humedecida.

La copa del Casagrande no se usará para mezclar la muestra y el agua. Si se ha agregado demasiada humedad a la muestra, esta se desechará, o se mezclará y amasará hasta que por evaporación natural baje el punto de cierre a un rango aceptable.

Al efectuar la prueba, la ranura deberá cerrarse debido al flujo provocado por los golpes y no al deslizamiento de la muestra sobre la copa o a la presencia de burbujas de aire entre la muestra y la copa, originadas por una mala colocación de escala.

La cantidad de material colocado en la copa sea suficiente para tener un espesor de 10 mm en el punto de máximo espesor.

La forma, dimensiones y ubicación de la ranura deben ser las indicadas.

#### **Determinación del límite plástico:**

Resumen Norma AASHTO T 90 - 00 ASTM D 4318. PCV 20Ü8 LVGI 204

**Alcance.-** Este método describe el procedimiento para determinar el Límite plástico de los suelos. El límite plástico es el bajo contenido de agua, se determina por el siguiente proceso en el cual el suelo sigue siendo plástico.

#### **Equipo:**

**Pala.-** De porcelana o similar para el mezclado de aproximadamente de 115 mm de diámetro.

**Espátula.-** Que tenga una hoja aproximadamente de 75 mm a 100 mm de longitud y 20 mm de ancho, con punta redonda.

**Superficie de rodadura.-** Una placa de vidrio esmerilado.

**Recipientes.-** Hechos de material resistente a la corrosión y no sujetos a cambios de masa o desintegración producto del calentamiento y enfriamiento.

Los recipientes pueden tener tapas cerradas para prevenir pérdida de humedad de las muestras antes de la determinación de la masa inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la determinación de la masa final. Es necesario un recipiente para cada determinación del contenido de humedad.

**Horno.-** Termostáticamente controlado, capaz de mantener constantemente la temperatura de  $110 \pm 5$  °C para secado de muestras.

**Balanza.-** Tendrá la capacidad suficiente, de acuerdo a los requisitos de la norma AASHTOM 231, ó ASTM D 4753 (dispositivos para pesar usados en los ensayos de materiales).

**Tamiz-** De 0.425 mm (No. 40).

**Materiales.-** Agua destilada.- o desmineralizada.

**Muestra de ensayo.-** Se requiere una cantidad de suelo con una masa aproximada de 20 g del material que pasa el tamiz 0.425 mm, obtenido de acuerdo con la norma AASHTO T 87 (preparación de muestras seca de suelo perturbado y muestra de suelo agregado para ensayos) ó la norma AASHTO

T 146 (preparación de muestras húmedas de suelo perturbado para ensayos).

Coloque el suelo secado al ambiente en el plato de mezclado y agregue agua destilada o desmineralizada hasta que la masa se vuelva plástica y pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Si se requieren el límite líquido y plástico se toma una muestra de 15 g de la porción de suelo humedecido y amasado preparada de acuerdo a la Norma AASHTO T 89 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe de tornarse en una etapa del proceso de amasado en la que pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla.

**Procedimiento.-** Tome una porción de 1.5 a 2.0 g de la esfera de suelo y forme con esta una masa elipsoidal. Ruede la masa de suelo entre la palma o los dedos de la mano y el plato de vidrio con la presión estrictamente necesaria para enrollar la masa hasta obtener un hilo de diámetro uniforme a una velocidad de 80 a 90 ciclos por minuto, entendiéndose por ciclo completo un movimiento de la mano hacia adelante y hacia atrás hasta volver a la posición de partida.

El hilo se irá deformando hasta que su diámetro alcance 3 mm o 3.2 mm, esto no debe tomar más de 2 minutos. La presión ejercida por la mano o dedos requerida variará de acuerdo al tipo de suelo. Los suelos de baja plasticidad son enrollados fácilmente bajo el borde exterior de la palma o a la base del dedo pulgar.

Sí antes de llegar el hilo de suelo a un diámetro de 3 mm no se ha desmoronado, rómpalo en seis u ocho pedazos. Apriete los pedazos entre los dedos para formar una masa uniforme en forma elipsoidal y reenrole.

Continúe este enrolado hasta obtener un nuevo hilo de suelo de 3 mm de diámetro, reuniendo, amasando y re enrolando hasta que el hilo se rompa en tres segmentos precisamente en el momento de alcanzar dicho diámetro.

Recoja las porciones de suelo disgregado y colóquelas en un recipiente seco, tápelo inmediatamente y determine el contenido de humedad del suelo de acuerdo con la norma AASHTO T 265, y registre los resultados.

Repita el proceso antes indicado con la otra mitad de la masa preparada.

**Cálculos.-** Calcule el límite plástico, mediante la siguiente expresión

Dónde:

**Lp:** Limite plástico;

**m<sub>i</sub>**: masa recipiente y muestra húmeda (a);

**m<sub>2</sub>**: masa recipiente y muestra seca (g) ;y ,

**m<sub>3</sub>**: masa recipiente (g)

Índice de plasticidad- límite líquido - limite plástico.

Redondee el resultado del límite plástico al número entero más cercano.

Cuando el límite líquido o límite plástico no pueden ser determinados, registre el índice, de plasticidad como NP (no plástico).

Cuando el límite plástico es equivalente a, o mayor que el límite líquido, registre el índice de plasticidad con NP (no plástico)

**Consideraciones generales.-** La prueba debe realizarse en un lugar cernido, con ventilación indirecta, limpia y libre de corriente de aire, de cambios de temperatura y de partículas que puedan provocar la alteración del material.

La obtención de las masas debe ser lo más precisas posible ya que la cantidad de material que se toma para determinar el contenido de humedad es muy pequeño y cualquier error durante esta operación influirá notablemente en los resultados.

Durante la determinación del contenido de humedad se incluye todos los fragmentos en que se dividió el cilindro al alcanzar el límite plástico.

No debe incorporarse material seco para reducir el contenido de humedad del material que se prueba, así como cuidar que se efectúe un amasado correcto.

**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. 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 podrá realizar el ensayo por vía húmeda.

Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción menor que el tamiz de 0.074 mm (N° 200), la granulometría se lo realizará por el método del hidrómetro. 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).

Mediante cuarteo separe 115 g 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.

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.

Se recoge el contenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$  ( $230 \pm 9^{\circ} \text{ F}$ ). Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado anteriormente.

### **Cálculos:**

- Análisis del material retenido en el tamiz de 4.750mm(N°4);
- Calcule los pesos retenidos o parciales en cada tamiz.;
- Calcule los pesos acumulados; y ,
- 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.

$$\frac{\% \text{ Retenido} = \text{peso acumulado retenido en cada tamiz}}{\text{Peso total}}$$

Se calcula el porcentaje que pasa

% Pasa 100 - % Retenido acumulado

### **Análisis granulométrico de suelos por tamizado**

Resumen Norma AASHTO T 88-00 ASTM D422. PCV 2008 LVGI 206

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

**Equipo:**

**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).

**TAMICES**

DESIGNACION	DESIGNACION
ESTANDAR MM	ALTERNATIVA
75	3m
50	2jn
25	1in
9.25	$\frac{3}{8}$ in
4.75	No. 4"
2.00	No. 10
0.4250	No. 40
0.075	No. 200

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

**Muestra de ensayo.-** Prepárese la 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. Ambas fracciones se ensayaran por separado.

Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,750 mm (N°4) el peso dependerá del tamaño máximo.

<b>DIAMETRO NOMINAL DE LAS PARTICULAS MAS GRANDES MUI (¡U)</b>	<b>PESO MINIMO APROXIMADO DE LA PORCION(g)</b>
9.5 (3/8 in)	500
19,6 (3/4 in)	1000
25.7(1 in)	2000
37,5(1 1/2 in)	3000
50.0 (2 in)	4000
75.0 (3 in)	5000

Sepárese la muestra retenida en el tamiz 4.75mm (N0 4) en una serie de fracciones usando los tamices de: 75 mm (3 in), 50.8 mm (2 in), 38.1 nwn (1 1/2 in). 25.4 min (1 in), 19 min (3/4 in), 9.5mm (3/8 in), 4.75mm(N°4).

Tamizado consiste en mover el tamiz o tamices de un lado a otro, recorriendo circunferencias; el tamizado continuará hasta cuando no pasa más del uno por ciento de la masa retenida al tamizar durante 60 seg.

Si se utiliza una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente. Se determina el peso de la muestra retenida en cada tamiz y se registra. La suma de los pesos retenidos de todos los tamices y el peso inicial de la muestra no debe diferir en más de 1%.

### **Compactación con Proctor estándar**

Resumen Norma AASHTO T 99-01 ASTM D 698. PCV 2008 LVGI 208.

**Alcance.-** Este método, describe el procedimiento para la determinación de la relación entre el contenido de humedad y la densidad de los suelos compactados en un molde de 4 o 6 pulgadas, con un pisón de 2.5 kg (5.5 lb), que cae de una altura de 305 mm (12 in) produciendo una energía de compactado) del 2400 lb-pie/pic<sup>3</sup>.

Existen cuatro métodos alternativos y son los siguientes:

- **Método A.-** Con un molde de 101.60 mm (4 in) de diámetro y material pasante del tamiz de 4.75 mm;
- **Método B.-** Con un molde de 152.40 mm (6 in) de diámetro y material pasante del tamiz de 4.75 mm;
- **Método C.-** Con un molde de 101.60 mm (4 in) de diámetro y material pasante del tamiz de 19.0mm (3/4 in) ; y ,
- **Método D.-** Con un molde de 152.40 mm (6 in) de diámetro y material pasante del tamiz de 19.0 mm (3/4 in).
- El método usado deberá ser indicado en las especificaciones del material ensayado. Si no se especificase, regirá el método A.

#### **Equipo:**

**Moldes.-** Serán cilíndricos de paredes sólidas hechos de metal y con dimensiones y capacidades mostradas en la figura 1. Con un collar ajustable aproximadamente de 60 mm (2.375 in) de altura.

El molde y el collar deben estar contruidos de lal manera que queden firmemente unidos a la placa base hecha del mismo material.

Molde de 4 pulgadas: Un molde con un diámetro interno de  $101.60 \pm 0.41$  mm ( $4.000 \pm 0.016$  in), una altura de  $116.43 \pm 0.13$  mm ( $4.584 \pm 0.005$  in) y una capacidad de  $0.000943 \pm 0.000008$  m.

Molde de 6 pulgadas: Un molde con un diámetro interno de  $152.40 \pm 0.66$  mm (6.000  $\pm$  0.026 in). Una altura de  $116.43 \pm 0.13$  mm (4.584  $\pm$  0.005 in) y una capacidad de  $0.002124 \pm 0.000021$  m<sup>3</sup> (1/13.33 (0.07500)  $\pm$  0.00075 pies<sup>3</sup>).

### **Pisón:**

**Operada manualmente.-** Un pisón de metal con una cara plana circular de 50.80 mm (2.00 in) de diámetro, una tolerancia por el uso de  $\pm 0.25$  mm (0.01 in) y una masa de  $2.495 \pm 0.009$  Kg (5.5  $\pm$  0.02 lb). El pisón debe estar equipado con una guía para controlar la altura de caída del golpe desde una altura libre de  $305 \pm 2$  mm ( $12.00 \pm 0.06$  in) sobre la altura del suelo. La guía tendrá por lo menos cuatro agujeros de ventilación, no menores de 9.5 mm (3/8 in) de diámetro, espaciados aproximadamente  $90^\circ$  (1.57 rad) y 19 mm (3/4 in) de cada extremo y que tenga el suficiente espacio libre para que caiga el pisón y la cabeza sin restricción.

**Operada mecánicamente.-** Un pisón de metal equipado con un dispositivo para controlar la altura de caída del golpe desde una altura libre de  $305 \pm 2$  mm ( $12.00 \pm 0.06$  in) sobre la altura del suelo y distribuya uniformemente los golpes sobre la superficie del suelo. El pisón tendrá una cara plana de 50.80 mm (2.00 in), una tolerancia de  $\pm 0.25$  mm (0.01 in) y una masa de  $2.495 \pm 0.009$  kg (5.5  $\pm$  0.02 lb). Debe ser calibrado de acuerdo a la norma ASTM D2168.

**Cara del pisón.-** Debe usarse un pisón de cara circular, pero puede usarse como alternativa uno de cara de sector circular, deberá indicarse el tipo de cara usada diferente al circular de 50.8 mm (2 in) de diámetro, pero la utilizada deberá tener un área igual a la circular.

**Dispositivo para extracción de la muestra.-** Puede ser una pala, palanca, extractor u otro dispositivo que permita extraer la muestra compactada del molde.

**Llulunzas.-** Una de acuerdo a los requerimientos de la norma AASHTO M 2.31 (dispositivos para pesar usados en los ensayos de materiales).

**Horno.-** Termostáticamente controlado capaz de mantener una temperatura de  $10 \pm 5$  °C ( $50 \pm 9$ °F) para el secado de las muestras.

**Regla.-** De acero endurecido con un borde recio, mínimo de 250 mm (10 in) de longitud. Deberá tener un borde biselado y una cara plana.

**Tamices.-** De 50 mm (2 in), 19.0 mm (¾ in) y 4.75 mm (N° 4) conforme al requerimiento de la norma AASHTO M 92.

**Herramientas para mezclado.-** Tales como: cacerola para mezclado, cuchara, paleta, espátula, etc., o un dispositivo mecánico conveniente para mezclar completamente la muestra de suelo con varios incrementos de agua.

**Recipientes.-** Hechos de material resistente a la corrosión y no sujetos al cambio de masa o desintegración por la repetida calefacción y enfriamiento.

Los recipientes tendrán tapas ajustadas para prevenir la pérdida de la humedad de las muestras antes de la determinación de la masa inicial y prevenir la absorción de la humedad de la atmósfera después del secado y antes de la determinación de la masa final. Se necesita un recipiente para cada determinación del contenido de humedad.

**Muestra de ensayo:**

**Método A:** Si la muestra de suelo está húmeda cuando se recibe del campo, séquela hasta que se ponga desmenuzable al introducir una espátula. El secado puede efectuarse al aire o por un horno de secado que mantenga una temperatura que no exceda los 60°C (140°F).

Tamice una cantidad adecuada de suelo pulverizado sobre el tamiz 4.75 min (N° 4). Deseche el material grueso si alguno es retenido en el tamiz de 4.75 min (N° 4).

Seleccione una muestra representativa, con una masa aproximada de 3 kg (7 lb) o más del suelo.

**Método B:** Seleccione una muestra representativa con una masa aproximada de 7 kg (16 lb), igual que el método A.

**Método C:** Si la muestra de suelo está húmeda cuando se recibe del campo, séquela hasta que se ponga desmenuzable al introducir una espátula. El secado puede efectuarse al aire o por un aparato de secado que mantenga una temperatura que no exceda los 60°C (140°F).

Tamice una adecuada cantidad de suelo pulverizado sobre el tamiz de 19.0 min. Deseche el material grueso si alguno es retenido en el tamiz de 19.0 min.

Seleccione una muestra representativa, con una masa aproximada de 5 kg (11 lb) o más del suelo.

Si fuese recomendable mantener el mismo porcentaje de material grueso (pasando tamiz 50 mm (2 min) y retenido sobre el tamiz de 4,75 mm (No. 4)

en la muestra para densidad -humedad que en la muestra original de campo, el material retenido sobre el tamiz de 19 mm (3/4 in) será reemplazado como sigue:

- Se tamiza una cantidad apropiada del material representativo pulverizado por los tamices de 50 mm (2 in) y 19 mm (3/4 in); y ,
- El material que pasa el tamiz, de 50 mm (2 in) y es retenido sobre el tamiz de 19 mm (3/4 in) se lo pesa y se lo reemplaza por igual peso de material que pase el tamiz de 19 mm y sea retenido sobre el de 4.75 mm. Se toma el material para el reemplazo de la porción no usada de la muestra.

**Método D:** Seleccione una muestra representativa, con una masa aproximada de 11 kg (25 lb), igual que el método C.

**Procedimiento:**

**Método A:** Determine y anote la masa del molde y sus dimensiones para calcular su volumen. Ensamble el molde, el collar y el plato base, el mismo que se apoyará sobre una superficie uniforme y rígida.

- Deje la muestra seleccionada con agua para humedecerla hasta aproximadamente 4 % por debajo del contenido de humedad óptimo;
- Deje la muestra en reposo en un recipiente herméticamente cerrado por un tiempo mínimo como lo especifica la tabla que se indica a continuación;

<b>Clasificación</b>	<b>Tiempo mínimo de</b>
	<b>reposo en horas</b>
GW,GP,SW.SP	ningún requisito
GM,SM	3
Todos los	ID
demás sucios	

Forme un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 101.60 mm (4 in), en tres capas aproximadamente iguales, para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (5min). Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente de 25 golpes/minuto;

- Compacte cada capa con 25 golpes del pisón distribuidos uniformemente, dejándolo caer libremente desde una altura de 305 mm sobre la altura del suelo compacto;
- Luego de la compactación remueva el collar de extensión, con ayuda del cuchillo, remueva el suelo adyacente al collar para evitar el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde; recorte con cuidado el suelo excedente compactado de la parte superior del molde usando el borde recio de regla;
- Pese el molde con la muestra de suelo húmedo en kilogramos con aproximación a cinco gramos;
- Extraer la muestra compactada del molde con la ayuda del extractor de muestras y realice un corte vertical por el centro. Tome una muestra de material de una de las caras cortadas; pese inmediatamente y seque para determinar el contenido de humedad de acuerdo con la norma AASHTO T 265;
- Prepare una nueva muestra agregando suficiente agua para incrementar el contenido de humedad del suelo de 1 % a 2 % y

repita el procedimiento antes indicado para cada incremento de agua; y ,

- Continué esta serie de determinaciones hasta que haya una disminución de la masa húmeda, WI, por metro cúbico o pie cúbico del suelo compactado

**Método B:** Siga el mismo procedimiento del método A, excepto:

- Forme un espécimen compactando el suelo preparado en el molde de 152.4 mm (6 in) (con collar), en tres capas aproximadamente iguales, para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (min); y ,
- Cada capa será compactada con 56 golpes del pisón distribuidos uniformemente.

**Método C:** Mezcle la muestra seleccionada con agua para humedecerla 4% por debajo del contenido de humedad óptimo.

- Forme un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 101.60 mm (4 in) (con collar), en tres capas iguales, para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (5 min);
- Compacte cada capa con 25 golpes del pisón distribuidos uniformemente. Dejándolo caer libremente desde una altura de 305 mm sobre la altura del suelo compacto;
- Luego de la compactación remueva el collar de extensión, con ayuda del cuchillo, remueva el suelo adyacente al collar para evitar el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde; recorte con cuidado el suelo excedente compactado de la parte superior del molde usando el borde recto de regla. Los agujeros producidos en la superficie por la remoción de material grueso deben ser rellenados con material más pequeño;
- Pese el molde con la muestra de suelo húmedo en kilogramos con aproximación a cinco gramos;

- Extraer la muestra compactada del molde con la ayuda de extractor de muestras y realice un corte vertical por el centro. Tome una muestra del material de una de las caras cortadas; pese inmediatamente y seque para determinar el contenido de humedad de acuerdo con la norma AASHTOT265;
- Prepare una nueva muestra agregando suficiente agua para incrementar el contenido de humedad del suelo de 1 % a 2 % y repita el procedimiento antes indicado para cada incremento de agua; y,
- Continué esta serie de determinaciones hasta que haya una disminución de la masa húmeda, WI, por metro cúbico o pie cúbico del suelo compactado.

**Método D:** Siga el mismo procedimiento del método C:

- Forme un espécimen compactando el suelo preparado en el molde de 152.4 mm (6 in) (con collar) en tres capas aproximadamente iguales para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (5 in); y ,
- Cada capa será compactada con 56 golpes del pisón uniformemente distribuidos.

**Cálculos.-** Calcule el contenido de humedad, el peso unitario húmedo, peso unitario seco del suelo compactado para cada ensayo como sigue:

W = Porcentaje de humedad en el espécimen.

A = Peso del recipiente y suelo húmedo.

$$\frac{A-B}{B-C} \times 100$$

$$W = \frac{n}{H^{\wedge} + 100} \times 100$$

Peso del recipiente y suelo seco.

Peso del recipiente;

Peso unitario seco (kg/m<sup>3</sup>) del suelo

**Relación de humedad densidad.-** Los cálculos hechos son para determinar el contenido de humedad y la unidad de masa (densidad) en kg/m<sup>3</sup> de las muestras compactadas. La densidad (unidad de masa) del suelo deberá ser trazado como ordenadas y el contenido de humedad como abscisas.

**Contenido de humedad óptimo.-** Cuando las densidades y los correspondientes contenidos de humedad para el suelo han sido determinados y dibujados, el contenido de humedad óptimo corresponderá al máximo de la curva.

**Densidad máxima.-** La densidad en kg/m<sup>3</sup> correspondiente al contenido de humedad óptimo será la "densidad máxima" bajo la compactación.

### **Reporte:**

El informe debe incluir:

- El método usado ( A, B, C, o D);
- El contenido de humedad óptimo como porcentaje aproximar al entero más cercano;
- La densidad máxima;
- En los método C y D, se indicará si el material retenido en el tamiz de 19.0 mm rué removido o reemplazado; y ,
- Tipo de cara del pisón, si es distinta a la circular de 50.8 mm de diámetro.

**Consideraciones generales:** La prueba debe realizarse en un lugar cerrado con ventilación indirecta limpio y libre de corrientes de aire que pueda provocar la contaminación de la muestra.

La muestra utilizada debe secarse solamente lo necesario para poder disgregarla.

Durante la compactación los golpes del pisón deben repartirse uniformemente en toda la superficie del espécimen, cuidando que la caída del pisón sea libre y la superficie del mismo se mantenga limpia.

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), cuando se usa el método A o B y el 30 por ciento o menos retenido en el tamiz de 19 mm (3/4 in) cuando se usa el método C ó D.

El material retenido en estos tamices será definido como una partícula extra grande (partículas gruesas).

<b>Proctor Estándar AASHTO T - 99</b>				
<b>Martillo: 5.5 libras (2.495 ± 0.009) Kg - Altura de caída: 12 in (305 ±2) mm</b>				
	METODO A	METODO B	METODO C	METODO D
Material	pasa tamiz	pasa tamiz	pasa tamiz n.	pasa tamiz n.
	No. 4	No. 4	3/4 in	3/4 in
Molde	4"	6"	4"	6"
N. capas	3	3	3	3
N. de golpe por capas	25	56	25	56
Volumen del molde	0,000943m <sup>3</sup>	0,002124 m <sup>3</sup>	0,000943 m <sup>3</sup>	0,002124 m <sup>3</sup>

**Lista de chequeo:** Determinación de la compactación con proctor estándar (aashto t 99) pcv 2008 lvg1 208

**Método A.**

- Seca la muestra hasta que se ésta se desmenuce al introducir una espátula. Realiza el secado de la muestra al aire o en horno que mantenga una temperatura que no exceda los 60°C (140°F);

- Tamiza una cantidad adecuada de suelo pulverizado representativo sobre el tamiz de 4.75 mm (N° 4);
- Desecha el material grueso retenido en el tamiz de 4.75 mm (N° 4).
- Selecciona una muestra representativa, con una masa aproximada de 3 kg (7 lb) o más de suelo;
- Mezcla la muestra seleccionada con agua para humedecerla hasta aproximadamente 4% por debajo del contenido de humedad óptimo.
- Forma un espécimen compactando con el suelo preparado, en el molde de 101.60 mm (4 in) (con collar), en tres capas aproximadamente iguales, para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (5 in);
- Compacta cada capa con 25 golpes uniformemente distribuidos. Deja caer el martillo libremente desde una altura de 305 mm (12 in) sobre la altura del suelo compactado. Durante la compactación el molde permanecerá sobre una superficie uniforme, rígida y estable;
- Luego de la compactación remueve el collar de extensión quitando el material adherido, recorta con cuidado el suelo excedente compacto de la parte superior del molde usando el borde recto de la regla;
- Pesa el molde con la muestra de suelo húmedo en kg, con aproximación a 5 g;
- Extrae la muestra compactada del molde y realiza un corte vertical por el centro. Toma una muestra de material de una de las caras corladas (100 g para suelos finos y 500 g para suelos granulares); pesa inmediatamente y séquela para determinar el contenido de humedad de acuerdo con la norma AASHTO T265;

- 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; y ,
- Continúa esta serie de determinaciones hasta que haya una disminución en el peso húmedo,  $W_l$ , en Kg/nv1 (lb/pie<sup>3</sup>), del suelo compactado.

**Método B** Sigue el mismo procedimiento del método A, excepto que:

- Obtiene una muestra representativa, con una masa aproximada de 7 kg (16 lb);
- Forma un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 152.4 mm (6 in) (con collar), en tres capas aproximadamente iguales, para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (5 in);
- Compacta cada capa con 56 golpes del pisón distribuidos uniformemente;

**Método C**

- Seca la muestra hasta que se ponga desmenuzable al introducir una espátula. Realiza el secado al aire o en un horno que mantenga una temperatura que no exceda los 60 °C (140 °F);
- Tamiza una cantidad adecuada de suelo pulverizado sobre el tamiz de 19.0 mm. Desecha el material grueso, si es retenido en el tamiz de 19.0 mm;
- 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. Si hay material 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);

- Selecciona una muestra representativa, con una masa aproximada de 5 kg (11 lb) o más del suelo preparado;
- Mezcla la muestra seleccionada con agua para humedecerla hasta un 4% por debajo del contenido de humedad óptimo;
- Forma un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 101.60 mm (4 in) (con collar), en tres capas iguales, para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (5 in);
- Compacta cada capa con 25 golpes del pisón distribuidos uniformemente. Dejándolo caer libremente desde una altura de 305 mm (12 in), sobre la altura del suelo compactado;
- Luego de la compactación, remueve el collar de extensión quitando el material adherido en el collar, recorta con cuidado el suelo excedente compactado de la parte superior del molde usando el borde recto de la regla. Los huecos que se hayan formado en la superficie por remoción de material grueso deberán rellenarse con material más pequeño;
- Pesa el molde con la muestra de suelo húmedo, en kilogramos, con aproximación a 5 g;
- Extrae la muestra compactada del molde con ayuda del extractor de muestras y realiza un corte vertical por el centro. Toma una muestra del material de una de las caras cortadas; pesa inmediatamente y seca para determinar el contenido de humedad de acuerdo con la norma AASHTO T 265, y registra los resultados;
- 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; y ,
- Continúa esta serie de determinaciones hasta que haya una disminución en el peso húmedo,  $W_l$ , en  $\text{Kg/m}^3$  ( $\text{lb/ft}^3$ ), del suelo compactado.

## **Método D**

Siga el mismo procedimiento del método C, excepto que:

- Obtiene una muestra de ensayo representativa con una masa aproximada de 11 kg (25 lb) o más;
- Forma un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 152.4 mm (6 in) (con collar), en tres capas aproximadamente iguales para una altura total compactada de alrededor de 125 mm;
- Compacta cada capa con 56 golpes del pisón uniformemente distribuidos;
- Calcula el contenido de humedad y peso unitario seco del suelo compactado para cada ensayo; y ,
- Reporta los resultados adecuadamente;

## **Compactación con proctor modificado**

Resumen Norma AASHTOT 180-01 ASTM D 1557. PCV 2008 LVGI 209

**Alcance.-** Este método, describe el procedimiento para la determinación de la relación entre el contenido de humedad y la densidad de los suelos compactados en un molde de tamaño dado con un pisón de 4.54 kg (10 lb) que cae de una altura de 457 mm (18 in).

Existen cuatro procedimientos alternativos y son los siguientes:

**Método A.-** Con un molde de 101.60 mm (4 in) de diámetro y material pasante del tamiz de 4.75mm(Nº4).

**Método B.-** Con un molde de 152.40 mm (6 in) de diámetro y material pasante del tamiz de 4.75mm(Nº4).

**Método C.-** Con un molde de 101.60 mm (4 in) de diámetro y material pasante del tamiz del 9.0 m (3/4111).

**Método D.-** Con un molde de 152.40 mm (6 in) de diámetro y material pasante del tamiz de 9.0 mm (3/4 in).

En las especificaciones se indicará el método a usarse, dependiendo del material a probar. Si no se especifica, regirá el método A.

**Equipo:**

**Moldes.-** Serán cilíndricos de paredes sólidas hechos de metal y con dimensiones y capacidades. Tendrán un collar ajustable aproximadamente de 60 mm. (2 3/8 in) de altura.

El molde y el collar deben estar contruidos de tal manera que puedan ajustarse firmemente a la placa base hecha del mismo material.

Molde de 4 pulg.

Un molde con un diámetro interno de  $101.60 \pm 0.41$  mm ( $4.000 \pm 0.016$  in), una alhira de  $0.43 \pm 0.13$  mm ( $4.584 \pm 0.005$  in) y una capacidad de  $(0.000943 \pm 0.000008)$  nv1 (1 /30 (0.0333)  $\pm 0.0003$  pies').

Molde de 6 pulg.

Un molde con un diámetro interno de  $152.40 \pm 0.66$  mm ( $6.000 \pm 0.026$  in), una altura de  $116.43 \pm 0.13$  mm ( $4.584 \pm 0.005$  in) y una capacidad de  $.002124 \pm 0.000021$  nv' ((1/13.33)  $0.07500 \pm 0.00075$  pies5).

**Pisón:**

**Operado Manualmente.-** Un pisón de metal con una cara plana circular de 50.80 mm (2.00 in) de diámetro, una tolerancia por el uso de  $\pm 0.25$  mm ( $\pm 0.01$  in) y una masa de  $4.536 \pm 0.009$  Kg ( $10 \pm 0.02$  lb). El pisón debe estar equipado con una guía para controlar la altura de caída del golpe desde una altura libre de  $457 \pm 2$  mm ( $18 \pm 0.06$  in) sobre la altura del suelo. La guía tendrá por lo menos cuatro agujeros de ventilación, mínimo de 9.5 mm (3/8

in) de diámetro, espaciados aproximadamente  $90^\circ$  ( $1.57 \text{ rad}$ ) y  $19 \text{ mm}$  ( $3/4 \text{ in}$ ) de cada extremo y que tenga el suficiente espacio libre para que caiga el pisón y la cabeza sin restricción.

**Operado mecánicamente.-** Un pisón de metal equipado con un dispositivo para controlar la altura de caída del golpe desde una altura libre de  $457 \pm 2 \text{ mm}$  ( $18 \pm 0.06 \text{ in}$ ) sobre la altura del suelo y que distribuya uniformemente los golpes sobre la superficie del suelo. El pisón tendrá una cara plana de  $50.8 \text{ mm}$  ( $2.00 \text{ in}$ ), una tolerancia de  $\pm 0.25 \text{ mm}$  ( $\pm 0.01 \text{ in}$ ) y una masa de  $4.536 \pm 0.009 \text{ kg}$  ( $10 \pm 0.02 \text{ lb}$ ). Debe ser calibrado de acuerdo a la norma ASTM D 2168 para dar los mismos resultados que con un pisón operado manualmente.

**Cara del pisón.-** Debe usarse un pisón de cara circular, pero puede usarse como alternativa uno de cara de sector circular, deberá indicarse el tipo de cara usada diferente al circular de  $50.8 \text{ mm}$  ( $2 \text{ in}$ ) de diámetro, pero la utilizada deberá tener un área igual a la circular.

Dispositivo para extracción de la muestra.- Una gata, una palanca, un extractor u otro dispositivo que permita sacar por extrusión las muestras del molde.

**Balanzas.-** Una balanza de acuerdo a los requerimientos de la norma AASHTO M 231 (dispositivos para pesar usados en los ensayos de materiales).

**Horno.-** Termostáticamente controlado capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9 \text{ }^\circ\text{F}$ ) para el secado de las muestras.

**Regla.-** De acero endurecido con un borde recto, mínimo de  $250 \text{ mm}$  ( $10 \text{ in}$ ) de longitud. Deberá tener un borde biselado y una cara plana.

**Tamices.-** De 5 mm (2 in), 19.0 mm (3/4 in), y 4.75 mm (N° 4) conforme al requerimiento de la norma AASHTO M 92.

**Herramientas para mezclado.-** Tales como: cacerola para mezclado, cuchara, paleta, espátula, entre otros, o un dispositivo mecánico conveniente para mezclar completamente la muestra de suelo con varios incrementos de agua.

**Recipientes.-** Hechos de material resistente a la corrosión y no sujetos al cambio de masa o desintegración por la repetida calefacción y enfriamiento.

Los recipientes tendrán tapas ajustadas para prevenir la pérdida de la humedad de las muestras antes de la determinación de la masa inicial y prevenir la absorción de la humedad de la atmósfera después del secado y antes de la determinación de la masa final. Se necesita un recipiente para cada determinación del contenido de humedad.

#### **Muestra de ensayo Método A:**

Si la muestra de suelo está húmeda cuando se recibe del campo séquela hasta que se ponga desmenuzable al introducir una espátula. El secado puede efectuarse al aire o al horno que mantenga una temperatura que no exceda los 60°C (140 °F).

Tamice una cantidad adecuada de suelo pulverizado sobre el tamiz de 4.75 mm (N°4). Deseche el material grueso si alguno es retenido en el tamiz de 4.75 mm (N° 4)

Seleccione una muestra representativa, con una masa aproximada de 3 kg (7 lb) o más del suelo.

**Método B:**

Seleccione una muestra representativa con una masa aproximada de 7 kg (16 lb) igual que el método A.

**Método C:**

Si la muestra de suelo está húmeda cuando se recibe del campo, séquela hasta que se ponga desmenuzable al introducir una espátula. El secado puede efectuarse al aire o por un horno que mantenga una temperatura que no exceda los 60 °C (140°F).

Tamice una adecuada cantidad de suelo pulverizado sobre el tamiz de 19.0 mm. Deseche el material grueso si alguno es retenido en el tamiz de 19.0 mm.

Seleccione una muestra representativa, con una masa aproximada de 5 kg (12 lb) o más del suelo.

Si es recomendable mantener el mismo porcentaje de material grueso (pasando tamiz 50 mm (2 in) y retenido sobre el tamiz de 4.75 mm (No. 4) en la muestra para densidad - humedad que en la muestra original de campo, el material retenido sobre el tamiz de 19 mm (3/4 in) será reemplazado como sigue:

Se tamiza una cantidad apropiada del material representativo pulverizado por los tamices de 50 mm (2 in) y 19 mm (3/4 in)

El material que pasa el tamiz de 50 mm (2 in) y es retenido sobre el tamiz de 19 mm (3/4 in) se lo pesa y se lo reemplaza por igual peso de material que

pase el tamiz de 19 mm y sea retenido sobre el de 4.75 mm. Se toma el material para el reemplazo de la porción no usada de la muestra.

#### **Método D:**

Seleccione una muestra representativa, con una masa aproximada de 11 kg (25 lb) igual que el método C.

#### **Procedimiento Método A:**

- ✓ Determine y anote la masa del molde y sus dimensiones para calcular su volumen;
- ✓ Ensamble el molde, el collar y el plato base el mismo que se apoyará sobre una superficie uniforme y rígida;
- ✓ Mezcle la muestra seleccionada con agua para humedecerla hasta aproximadamente 4 % por debajo del contenido de humedad óptimo; y
- ✓ Deje la muestra en reposo en un recipiente herméticamente cerrado por un tiempo mínimo como lo especifica la labia que se indica a continuación:

#### **Tiempo de reposo para muestras húmedas**

- ✓ Forme un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 101.60 mm (4 in) (con collar), en cinco capas aproximadamente iguales, para una altura total compactada de alrededor de 125 mm;
- ✓ Compacte cada capa con 25 golpes del pisón distribuidos uniformemente;
- ✓ Dejándolo caer libremente desde una altura de 457 mm (18 in) sobre la altura del suelo compacto;
- ✓ Luego de la compactación, remueva el collar de extensión con cuidado recorte el suelo excedente compactado de la parte superior del molde usando el borde recto de la regla. Pese el molde con la

muestra de suelo húmedo en kilogramos con aproximación a cinco gramos;

- ✓ Extraer la muestra compactada del molde con ayuda del extractor de muestras y realice un corte vertical por el centro. Tome una muestra de material de muestra de las caras cortadas; pese inmediatamente y seque para determinar el contenido de humedad de acuerdo con la norma AASHTOT265;
- ✓ Prepare una nueva muestra agregando suficiente agua para incrementar el contenido de humedad del suelo de 1 % a 2 % y repita el procedimiento antes indicado para cada incremento de agua; y ,
- ✓ Continúe esta serie de determinaciones hasta que haya una disminución de la masa húmeda. W1, por metro cúbico ó pie cúbico del suelo compactado.

#### **Método B:**

- ✓ Siga el procedimiento del método A, excepto:
- ✓ Forme un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 152.4 mm (6 in) (con collar) en cinco capas aproximadamente iguales para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (5 in);
- ✓ Seleccione una muestra representativa con una masa aproximada de 7 kg(16lb); y ,
- ✓ Cada capa será compactada con 56 golpes del pisón distribuidos uniformemente.

#### **Método C:**

- ✓ Determine y anote la masa del molde y sus dimensiones para calcular su volumen. Ensamble el molde, el collar y el plato base el mismo que se apoyará sobre la superficie;
- ✓ Mezcle la muestra seleccionada con agua para humedecerla 4 % por debajo del contenido de humedad óptimo;

- ✓ Seleccione una muestra representativa con una masa aproximada de 5 kg (12 lb);
- ✓ Forme un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 101.60 mm (4 in) (con collar) en cinco capas iguales para una altura total compactada de alrededor del 25mm (5in);
- ✓ Compacte cada capa con 25 golpes del pisón distribuidos uniformemente. Dejándolo caer libremente desde una altura de 457 mm (18 in) sobre la altura del suelo compacto;
- ✓ Luego de la compactación remueva el collar de extensión, con ayuda del cuchillo, remueva el suelo adyacente al collar para evitar el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde; recorte con cuidado el suelo excedente compactado de la parte superior del molde usando el borde recto de regla;
- ✓ Los agujeros producidos en la superficie por la remoción de material grueso deben ser rellenados con material más pequeño;
- ✓ Pese el molde con la muestra de suelo húmedo, en kilogramos, con aproximación a cinco gramos;
- ✓ Extraer la muestra compactada del molde y realice un corte vertical por el centro. Tome una muestra del material de una de las caras cortadas; pese inmediatamente y seque para determinar el contenido de humedad de acuerdo con la norma AASHTO T 265;
- ✓ Agregue suficiente agua para incrementar el contenido de humedad del suelo de 1 % a 2 % y repita el procedimiento antes indicado para cada incremento de agua; y ,
- ✓ Continúe esta serie de determinaciones hasta que haya una disminución de la masa húmeda,  $W_1$ , por metro cúbico ó pie cúbico del suelo compactado.

**Método D:**

- ✓ Siga el mismo procedimiento del método C, excepto:

- ✓ Seleccione una muestra representativa con una masa aproximada de 11 kg (25 lb);
- ✓ Forme un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 152.4 mm (6 in) (con collar), en cinco capas aproximadamente iguales para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (5 in); y ,
- ✓ Cada capa será compactada con 56 golpes del pisón uniformemente distribuidos.
- ✓

### **Cálculos**

Calcule el contenido de humedad, el peso unitario húmedo, peso unitario seco del suelo compactado para cada ensayo como sigue:

Donde:

w = porcentaje de humedad en el espécimen.

A = peso del recipiente y suelo mojado;

B = peso del recipiente y suelo seco.

C = peso del recipiente;

W = peso unitario seco (kg/m<sup>3</sup>) del suelo compacto, y  $W_i$  = peso unitario húmedo (kg/m<sup>3</sup>) del suelo compacto.

**Relación de humedad-densidad.-** Los cálculos hechos son para determinar el contenido de humedad y la unidad de masa (densidad) en kg/m<sup>3</sup> de las muestras compactadas. La densidad (unidad de masa) del suelo deberá ser trazado como ordenadas y el contenido de humedad como abscisas.

**Reporte.-** El reporte debe incluir:

- ✓ El método usado (A, B,C, o D);
- ✓ El contenido de humedad óptimo, como porcentaje, aproximada al entero más cercano;
- ✓ La densidad máxima en kg/m<sup>3</sup> aproximado a 10 kg/m<sup>3</sup>;

- ✓ En los métodos C y D, se indica si el material retenido en el tamiz, de 19.0 mm; y removido o reemplazado.

**Consideraciones generales.-** La prueba debe hacerse en un lugar cerrado con ventilación indirecta, limpio y libre de corrientes de aire que pueda provocar la contaminación de la muestra.

- ✓ La muestra utilizada debe secarse solamente lo necesario para poder disgregarla.
- ✓ Durante la compactación, los golpes del pisón deben repartirse uniformemente en toda la superficie del espécimen, cuidando que la caída del pisón sea libre y la superficie del mismo se mantenga limpia.
- ✓ 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), cuando se usa el método A o B y el 30 por ciento o menos retenido en el tamiz de 19.9 mm (3/4 in) cuando se usa el método C o D. El material retenido en estos tamices será definido como una partícula extra grande (partículas gruesas).

	<b>Proctor Estándar AASHTO T - 180</b>			
<b>Martillo: 10 libras (4.536 ± 0.009) Kg - Altura de caída: 18 in (457 ±2) mm</b>				
	METODO A	METODO B	METODO C	METODO D
Material	pasa tamiz	pasa tamiz	pasa tamiz n.	pasa tamiz n.
Molde	4"	6"	4"	6"
N. capas	5	5	5	5
N. de golpe por capas	25	56	25	56
Volumen del molde	0,000943m <sup>3</sup>	0,002124 m <sup>3</sup>	0,000943 m <sup>3</sup>	0,002124 m <sup>3</sup>

**Lista de chequeo.-** Determinación de la compactación con proctor modificado (AASHTO T 180) PCV 2008 LVGI 209

**Método A.**

- Seca la muestra hasta que se ponga desmenuza ble al introducir una espátula. Realiza el secado al aire o secado en un horno a una temperatura que no exceda los 6ü"C (140"F);
- Tamiza una cantidad adecuada de suelo pulverizado sobre el tamiz de 4.75 mm (N°4). Desechad material grueso, si es retenido en el tamiz de 4.75 mm (N° 4);
- Selecciona mía muestra representativa, con una masa aproximada de 3 kg (7 lb) o más del suelo;
- Mezcla la muestra seleccionada con agua para humedecerla hasta aproximadamente 4% por debajo del contenido de humedad óptimo;
- Forma un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 101.60 mm (4 in) (con collar), en cinco capas aproximadamente iguales, para una altura total compactada de alrededor de 125 mm;
- Compacta cada capa con 25 golpes del pisón distribuidos uniformemente dejándolo caer libremente desde una altura de 457 mm (18 in) sobre la altura del suelo compacto;
- Luego de la compactación remueve el collar de extensión quitando el material adherido en el collar, con cuidado recorta el suelo excedente compacto de la parte superior del molde usando el borde recto de la regla. Pesa el molde con la muestra de suelo húmedo, en kilogramos, con aproximación a 5g;
- Extrae la muestra compactada del molde con ayuda del extractor de muestras y realiza un corte vertical por el centro. 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 AASHTO T 265;

- 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; y ,
- Continúa esta serie de determinaciones hasta que haya una disminución de la masa húmeda,  $W_1$ , por metro cúbico (pie cúbico) del suelo compactado.

### **Método B**

Siga el mismo procedimiento del método A, excepto:

- Obtiene una muestra de ensayo representativa con una masa aproximada de 7 kg (16 lb) o más;
- Forma un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 152.4 mm (6 in), de diámetro (con el collar ajustado), en cinco capas aproximadamente iguales, para una altura total compactada de alrededor de 125 mm ; y
- Compacta cada capa con 56 golpes del pisón distribuidos uniformemente.

### **Método C**

- Seca la muestra hasta que se ponga desmenuzable al introducir una espátula. Realiza el secado al aire o secado en un horno a una temperatura que no exceda los 60°C (140°F);
- Tamiza una cantidad adecuada de suelo pulverizado sobre el tamiz de 19.0 mm (3/4 in). Desecha el material grueso, retenido en el tamiz de 19.0 mm (3/4 in) si lo hubiere;
- Selecciona una muestra representativa, con una masa aproximada de 5 kg (11 lb) o más del suelo;
- Mezcla la muestra seleccionada con agua para humedecerla 4 % por debajo del contenido de humedad óptimo;

- Forma un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 101.60 mm (4 in) (con collar), en cinco capas iguales, para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (5in);
- Compacta cada capa con 25 golpes del pisón distribuidos uniformemente. Dejándolo caer libremente desde una altura de 457 mm (18 in) sobre la altura del suelo compacto;
- Luego de la compactación, remueve el collar de extensión quitando el material adherido en el collar, recorta con cuidado el suelo excedente compactado de la parte superior del molde usando el borde recto de la regla. Los huecos que se hayan desarrollado en la superficie por remoción de material grueso deberán rellenarse con material más pequeño;
- Pesa el molde con la muestra de suelo húmedo, en kilogramos, con aproximación a 5 g;
- Saca la muestra compactada del molde y realiza un corte vertical por el centro. Toma una muestra del material de una de las caras corladas; pesa inmediatamente y seca para determinar el contenido de humedad de acuerdo con la norma AASHTO T 265, y registra los resultados;
- 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; y ,
- Continúa esta serie de determinaciones hasta que haya una disminución o no cambien la masa húmeda, WI, por metro cúbico o pie cúbico del suelo compactado.

#### **Método D**

Siga el mismo procedimiento del método C, excepto.

- Obtiene una muestra de ensayo representativa con una masa aproximada de 11 kg (25 lb) o más;

- Forma un espécimen compactando el suelo preparado, en el molde de 152.4 mm (6 in) (con collar), en cinco capas aproximadamente iguales para una altura total compactada de alrededor de 125 mm (5 in);
- Compacta cada capa con 56 golpes del pisón uniformemente distribuidos;
- Calcula el contenido de humedad, peso unitario húmedo y peso unitario seco del suelo compactado para cada ensayo; y ,
- Reporta los resultados adecuadamente.

**Alcance.-** Este método, describe el procedimiento para determinar la relación de soporte de California CBR (California Bearing Ratio) del subcio, de subrasaníc, 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  $(152.40 \pm 0.66)$  mm  $(6.0 \pm 0.026)$  in) y una altura de  $177.80 \pm 0.46$  mm  $(7.0 \pm 0.018)$  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.

**Disco espadador.-** Circular, hecho de metal de  $150.8 \pm 0.8$  mm  $(5 \frac{15}{16} \pm \frac{1}{32})$  in) de diámetro, y  $61.37 \pm 0.25$  mm  $(2.416 \pm 0.01)$  in) de altura.

**Pisón.-** Como los especificados en la norma AASHTO T 99 (compactado!) con proctor estándar) o la norma AASHTO T-180 (compactación con proctor modificado).

**Aparato para medirla expansión.-** Compuesto de:

Una placa de metal perforado de  $149.2 \pm 1.6$  mm ( $5 \frac{7}{8} \pm 1/16$  in), cuyas perforaciones sean de 1.6 mm ( $1/16$  in) de diámetro. Esta placa estará provista de un vástago en el centro con un sistema de lomillo que permita regular su altura.

**Diales (deformímetros).**- Dos diales: cada dial tendrá un recorrido de 25 in (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  $4.54 \pm 0.02$  kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de  $2.27 \pm 0.04$  kg ( $5 \pm 0.10$  lb). Las pesas anular y ranuradas deberán tener un diámetro de  $149.2 \pm 1.6$  mm ( $5 \frac{7}{8} \pm 1/16$  in) y un agujero de 54.0 mm ( $2 \frac{1}{8}$  in).

**Pistón de penetración.**- Un pistón metal cilíndrico con un diámetro de  $49.63 \pm 0.13$  mm ( $1.954 \pm 0.005$  in), área = 1935 mm<sup>2</sup>: (3 in<sup>2</sup>) y una longitud no inferior a 102 mm (4 in).

**Dispositivo de carga.**- Un aparato de compresión capa/, 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  $11 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ\text{F}$ ) para el secado de las muestras.

**Recipientes para contenido de humedad.**- Como los especificados en la norma AASHTO 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:

- 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 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; y ,
- 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:**

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

- 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;
- Normalmente, se debe compactar (res especímenes, para que sus densidades compactadas vayan desde 95 % (o más baja) a 100 % (o más alta) de la densidad seca máxima determinada;
- Empalme el molde a la base del pialo, coloque el collar de extensión y pese con una aproximación de 5 g (0.01 lb);
- Inserte el disco espaciador dentro del molde y coloque un papel filtro en la parte superior del disco. 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;
- Compacte la primera porción en el molde, usando tres capas iguales y el pisón apropiado, si la densidad máxima fue determinada por la norma 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 95% o menos de la densidad máxima;
- Determine el contenido de humedad del material que esta 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;
- Luego de la compactación remueva el collar de extensión, y usando un engranador recorte el suelo compactado en la parte superior del molde. Las irregularidades de la superficie deben ser rellenadas con material más pequeño;

- Quite el disco espaciador, ponga un papel filtro en el plato base perforada 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); y ,
- 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 espécimen y el número más alto de golpes por capa que debe ser usado para compactar el tercer espécimen.
- **Remojo:** 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.
- Coloque el trípode con el dial encima del molde y haga una lectura de encerado antes de sumergirla;
- Sumerja el molde en agua;
- Coloque el trípode con el dial encima del molde y haga una lectura inicial (sumergido);
- 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);
- 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 deformímetros antes y después de la inmersión como un porcentaje con respecto a la altura de la muestra del molde con la siguiente expresión;
- Quite los moldes del tanque de remojo, vierta el agua retenida en la parte superior del mismo y se deja escurrir el molde durante 15 minutos, después quite los pesos de la sobrecarga; y ,

- 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.

**Fisión de asentamiento.-** Coloque el pistón de penetración, aplique una carga de 44 N (10 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 esté 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. mm y 12.70mm (0.400 y 0.500 in) pueden ser obtenidas si se desea.

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 toman 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 corlará 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 (0.10in 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.

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 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 en un sitio 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 ¿tura el rango <le 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.

### **Informe.-**

El informe incluirá la siguiente información pañi cada espécimen:

- Esfuerzo de compactación (número de golpes por capa). Densidad seca como porcentaje;
- Contenido de humedad como porcentaje;
- Aumento del porcentaje (porcentaje de la longitud original); y ,
- Porcentaje de la relación de soporte de California.

**Consideraciones generales.-** Generalmente alrededor de i O, 30, y 65 golpes por capa son necesarios para compactar especímenes. Más de 56 golpes por capa son requeridos para compactar un espécimen de CBR al 100% de la densidad seca máxima determinada en la norma AASHTO T 99.

- Algunos laboratorios pueden preferir para probar solamente un espécimen con el cual debería ser compactado a la densidad seca máxima para el contenido de humedad óptimo;
- Un período de remojo más corto (no menos de 24 horas) puede usarse para materiales de suelo-agregado que drenan rápidamente;
- Para algunos suelos arcillosos, puede ser requerido un período de remojo mayor a 4 días;
- La masa de los especímenes puede determinarse después del drenaje cuando se desea determinar la densidad húmeda promedio del material empapado y drenado;
- Es aconsejable tener tres moldes por lo menos para cada suelo a ser probado;
- La masa total mínima de sobrecarga será de 4.54 kg, (10 libras) en incrementos de 2.26 kg; y,

- Los procedimientos indicados se han realizado y se detallan con resultados de los ensayos y fotografías al final en la parte de anexos.

## 2.7 DRENAJE VIAL

La función principal de un **sistema de drenaje** es la de permitir la retirada de las aguas que se acumulan en depresiones topográficas del terreno, causando inconvenientes ya sea a la agricultura o en áreas urbanizadas o carreteras.

Merece una consideración especial el drenaje adecuado del pavimento, tanto superficial como subterráneo. El agua superficial debe ser evacuada a través de cunetas o desagües pluviales.

El drenaje constituye la mayor importancia y estelar trascendencia en la estabilidad y conservación de los elementos que conforman una carretera. La solución a los problemas de drenaje y del control de la erosión se los obtiene empezando con un buen trazado de la línea cuenca por la línea divisoria de aguas.

En el recinto Flor de la María no cuenta con sistema de drenaje por lo que en nuestra investigación se ha determinado la construcción de obras de drenaje u obras de arte menores las cuales son: las cunetas las cuales sirven para evacuar las aguas que caen sobre la carretera, y las alcantarillas las cuales son obras de tipo transversales y sirven para evitar que el agua se filtre a través del terraplén y debilite su estructura.

Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

- a. Dar salida al agua que se llegue a acumular en el camino.
- b. Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino.
- c. Evitar que el agua provoque daños estructurales.

De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la

vida útil, facilidad de acceso y la vida útil del camino.

### **Tipos de drenaje:**

Para llevar a cabo lo anteriormente citado, se utiliza el drenaje superficial y el drenaje subterráneo.

**Drenaje superficial.-** Se construye sobre la superficie del camino o terreno, con funciones de captación, salida, defensa y cruce, algunas obras cumplen con varias funciones al mismo tiempo.

En el drenaje superficial encontramos: cunetas, contra cunetas, bombeo, lavaderos, zampeados, y el drenaje transversal.

**Cunetas.-** Las cunetas son zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de los canales abiertos.

Para un flujo uniforme se utiliza la fórmula de Manning, como se muestra a continuación.

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

Donde: V = velocidad media en metros por segundo  
n = coeficiente de rugosidad de Manning

R = radio hidráulico en metros (área de la sección entre el perímetro mojado)  
S = pendiente del canal en metros por metro.

Valores de N para la formula de Manning

TIPO DE MATERIA	VALORES DE "n "
Tierra común, nivelada y aislada	0.02
Roca lisa y uniforme	0.03
Rocas con salientes y sinuosa	0.04
Lechos pedregosos y bordos	0.03
Plantilla de tierra, taludes ásperos	0.03

**Determinación del área hidráulica:**

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

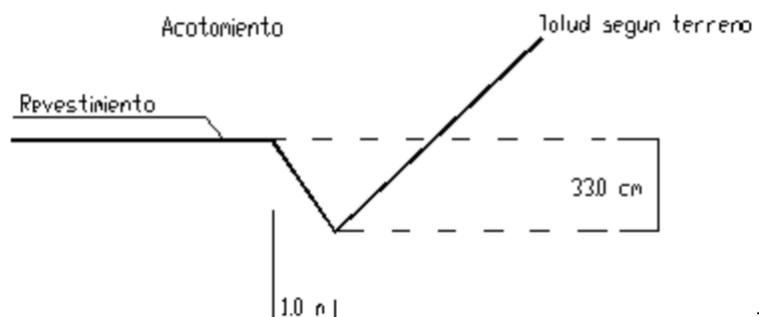
$$Q = (A)(1/n)(R)^{2/3}(S)^{1/2}$$

Donde: Q = gasto en m<sup>3</sup>/seg.

A = Área de la sección transversal del flujo en m<sup>2</sup>

Debido a la incertidumbre para la determinación del área hidráulica en la practica, las secciones de las cunetas, se proyectan por comparación con otras en circunstancias comunes.

Existen diversas formas para construir las cunetas, en la actualidad las más comunes son las triangulares, como se muestra a continuación:



Se evitara dar una gran longitud a las cunetas, mediante el uso de obras de alivio.

En algunos casos será necesario proteger las cunetas mediante zampeados, debido a la velocidad provocada por la pendiente.

Las contra cunetas son zanjas que se construyen paralelamente al camino, de forma trapecial comúnmente, con plantilla de 50 cm y taludes adecuados a la naturaleza del terreno.

**Contra cunetas.-** La función de las contra cunetas es prevenir que llegue al camino un exceso de agua o humedad, aunque la practica ha demostrado que en muchos casos no es conveniente usarlas, debido a que como se construyen en la parte aguas arriba de los taludes, provocan reblandecimientos y derrumbes.

Si son necesarias, deberá, estudiarse muy bien la naturaleza geológica del lugar donde se van a construir, alejándolas lo más posible de los taludes y zampéandolas en algunos casos para evitar filtraciones.

**Bombeo.-** Es la inclinación que se da a ambos lados del camino, para drenar la superficie del mismo, evitando que el agua se encharque provocando reblandecimientos o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.

El bombeo depende del camino y tipo de superficie, se mide su inclinación en porcentaje y es usual un 2 a 4 por ciento en caminos revestidos.

**Zampeado.-** Es una protección a la superficie de rodamiento o cunetas, contra la erosión donde se presentan fuertes pendientes. Se realiza con piedra, concreto ciclópeo o concreto simple.

**Lavaderos.-** Son pequeños encauzamientos a través de cubiertas de

concreto, lamina, piedra con mortero o piedra acomodada que se colocan en las salidas de las alcantarillas o terrenos osionables, eliminando los daños que originaría la velocidad del agua.

**Drenaje transversal.-** Su finalidad es permitir el paso transversal del agua sobre un camino, sin obstaculizar el paso.

En este tipo de drenajes, algunas veces será necesario construir grandes obras u obras pequeñas denominadas obras de drenaje mayor y obras de drenaje menor, respectivamente.

**Las obras de drenaje mayor** requieren de conocimientos y estudios especiales, entre ellas podemos mencionar los **puentes, puentes –vado y bóvedas.**

Aunque los estudios estructurales de estas obras son diferentes para cada una, la primera etapa de selección e integración de datos preliminares es común.

Así con la comparación de varios lugares del mismo rio o arroyo elegiremos el lugar más indicado basándonos en el ancho y altura del cruce, de preferencia que no se encuentre en lugares donde la corriente tiene deflexiones y aprovechando las mejores características geológicas y de altura donde vamos descendiendo o ascendiendo con el trazo.

**Las bóvedas** de medio punto construidas con mampostería son adecuadas cuando requerimos salvar un claro con una altura grande de la rasante al piso del río.

**Los vados** son estructuras muy pegadas al terreno natural, generalmente losas a piso, tienen ventajas en cauces amplios con tirantes pequeños y régimen torrencial por corto tiempo. La construcción de vados es económica y accesibles a los cambios rurales por el

aprovechamiento de los recursos del lugar, ya que pueden ser construidos de mampostería, concreto simple, ciclópeo y hasta de lámina. Su diseño debe evitar provocar erosión aguas arriba y aguas abajo, además de evitar que se provoque régimen turbulento que también es causa de socavación.

**El puente – vado**, es una estructura en forma de puente y con características de vado, que permite el paso del agua a través de claros inferiores en niveles ordinarios, y por la parte superior cuando se presentan avenidas con aguas máximas extraordinarias.

La altura de la obra debe permitir que cuando se presenten avenidas en aguas máximas extraordinarias los árboles u objetos arrastrados no dañen la estructura.

**Los puentes** son estructuras de más de seis metros de claro, se distingue de las alcantarillas por el colchón que estas levantan en la parte superior.

La estructura de un puente está formada por la infraestructura, la subestructura y la superestructura.

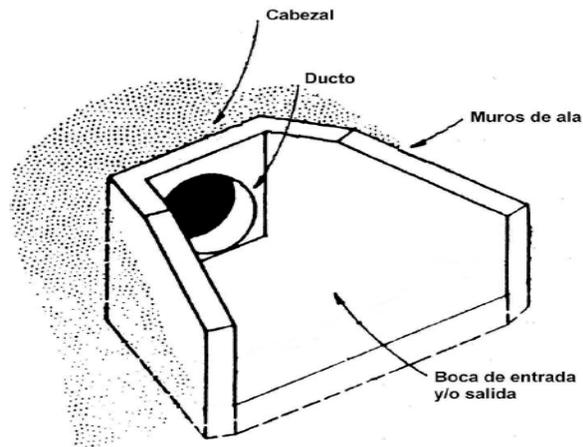
La infraestructura se manifiesta en zapatas de concreto o mampostería, cilindros de cimentación y pilotes. La subestructura forma parte de un puente a través de pilas centrales, estribos, columnas metálicas sobre pedestales de concreto, caballetes de madera, etc. La superestructura integra la parte superior de un puente por medio de través de concreto o metálicas, vigas y pisos de madera, losas de concreto, nervaduras armadas de fierro, madera, cable, etc.

#### **Obras de drenaje menor:**

**Las alcantarillas** son estructuras transversales al camino que permiten el

cruce del agua y están protegidas por una capa de material en la parte superior, pueden ser de forma rectangular, cuadrada, de arco o tubular, se construyen de concreto, lamina, piedra o madera.

Para canalizar el agua se complementan con muros o aleros en la entrada y salida, podemos decir que actualmente en los caminos rurales, las más usuales son las alcantarillas laminares.



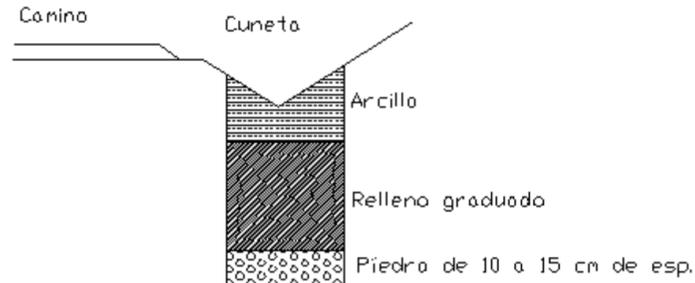
**Drenaje subterráneo.-** el drenaje subterráneo es un gran auxiliar para eliminar humedad que inevitablemente ha llegado al camino y así evitar que provoque asentamientos o deslizamientos de material.

Son usuales los drenes ciegos que consisten en zanjas bajo las cunetas rellenas con material graduado con una base firme que evite filtraciones más allá de donde se desea, dirigiendo el agua hacia un lugar donde se le pueda retirar de manera superficial del camino, las dimensiones varían según las características hidrológicas del lugar donde se van a construir, son funcionales en varios tipos de camino.

La plantilla de estos es de 45 cm. Y de 80 a 100 cm. De profundidad, el material se graduara cuidadosamente en capas con tamaños uniformes.

También se usan con el mismo fin drenes con tubos perforados que recogen el agua de la parte inferior del camino bajo las cunetas, su construcción consiste en la apertura de una zanja para colocar un tubo de

barro o concreto que canalice el agua.



El cuidado con que se coloquen los tubos, la determinación de su diámetro y resistencia, influirá en la funcionalidad y duración del dren.

El diámetro no será menor a quince centímetros con numerosas perforaciones, relleno con material adecuado para evitar taponamientos que junto con las roturas del tubo, son las principales fallas de este tipo de drenaje.

Cualquier tipo de drenaje subterráneo, debe permitir una salida fácil del agua con pendiente adecuada no menor del medio por ciento.

## 2.8 AMBIENTAL

### **Impacto ambiental:**

Es la alteración que se produce en el ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto o actividad. Las obras como la construcción de una carretera, un pantano o un puerto deportivo; las ciudades; las industrias; una zona de recreo; una granja o un campo de cultivo, etc. Cualquier actividad de estas tiene un impacto sobre el medio.

## **CAPITULO III**

### **FORMULACION Y EVALUACION DE LA PROPUESTA**

#### **3.1 Alcance de la Investigación**

La presente tesis tiene como finalidad aplicar los conocimientos adquiridos o a lo largo de nuestra formación profesional, con el fin de beneficiar a este recinto en uno de sus más graves problemas con la realización de los estudios y el diseño de una carretera que enlace la vía Daule entre el recinto el Prado y el recinto Flor de María.

La gran parte de la población de esta zona se dedica al cultivo de arroz, a la cría de, gallinas, patos y cerdos en la cual su producción no puede ser transportada convenientemente a los sitios de consumo dado la falta de una vía apropiada en dicha zona.

#### **3.2 Selección de alternativas**

Partiendo de la indagación previa sobre la problemática en el sistema vial que padece el sector de FLOR DE LA MARIA del Cantón Daule de la Provincia del Guayas, se puede palpar problemas en el desarrollo agrícola del sector, educación, vivienda, salud y comercio, ocasionando limitaciones para transportarse con facilidad, de he ahí la importancia y la inclusión de alternativas para el desarrollo de la zona, detalladas a continuación:

Una vez que se tiene constancia del poco desarrollo económico y de la gran cantidad de necesidades que padecen en la zona se considera que

el realizar la construcción de la carretera generara progreso económico, turístico, y comercial.

Es ahí en donde damos constancia que la mejor opción es la alternativa dos, ya que en ella se hace partícipe todos los conocimientos y procesos técnicos y aplicar recomendaciones que nos ayudaran a definir situaciones como el mover el eje de la carretera unos metros hacia la derecha, para que no se presenten problemas de traslape en las tangentes de los ángulos de deflexión y así permitir una óptima liberación de tráfico para vehículos livianos y pesados ingresen y retornen. Como adicional se señala que la carretera contara con una cantidad menor de curvas horizontales, permitiendo un paso más ágil de circulación, y una vía segura.

### **3.2.1 Primera alternativa**

Con respecto al diseño inicial se cumple con características de ubicación, limitación de los terrenos, resguardando el área útil de los grandes sembríos de arroz en el sector, notándose plenamente que el trazado de la vía corresponde en su mayoría con su eje actual.

### **3.2.2 Segunda alternativa**

Para el diseño de la segunda alternativa se ha considerado parámetros técnicos como normas y especificaciones del MTOP para el alineamiento horizontal, así mismo tratar de que la carretera en cuestión coincida y limite oportunamente con los terrenos, contando con la aprobación de los habitantes en lo que respecta al retiro para el diseño respectivo. A la vez es importante indicar que los estudios ambientales se realizaran, puesto que se debe considerar las causas y efectos durante el proceso

constructivo en la carretera y como adicional señalar los costos actuales con los que entraría la ejecución de la misma. A la vez, diseñar un adecuado drenaje de la zona a través de cunetas que permitan evacuar las aguas lluvias con facilidad, y una vía segura.

### 3.3 DISEÑO GEOMETRICO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Para establecer el TPDA del proyecto, se realizó el censo volumétrico de tráfico durante 5 días de lunes a viernes 10 horas diarias desde las 8:30 AM hasta las 6:30 PM, este censo corresponde al mes de Mayo el cual es uno de los más representativos del año. Del Censo Volumétrico De Tráfico realizado se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 2.1.

INTERVALO DE TIEMPO		TIPO DE VEHICULOS						TOTAL DE VEHICULOS
		CARROS LIVIANOS		MOTOS		CAMIONES		
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	
8:30	9:00	0	0	10	1	0	0	11
9:30	10:00	5	0	15	1	0	0	21
10:30	11:00	0	1	12	0	0	0	13
11:30	12:00	4	3	16	0	0	0	23
12:30	13:00	0	5	17	0	0	0	22
13:30	14:00	1	2	12	10	0	0	25
14:30	15:00	0	0	0	11	0	0	11
15:30	16:00	3	0	0	3	0	0	6
16:30	17:00	0	2	0	5	0	0	7
17:30	18:00	1	3	1	5	0	0	10
18:30		1	1	0	4	0	0	6

**NOTA:** Inicio de conteo de vehículos 8:30 am hasta 18:30 pm lunes 4 de

Mayo del 2015

INTERVALO DE TIEMPO		TIPO DE VEHICULOS						TOTAL DE VEHICULOS
		CARROS LIVIANOS		MOTOS		CAMIONES		
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	
8:30	9:00	4	3	11	0	0	0	17
9:30	10:00	1	0	10	0	0	0	11
10:30	11:00	0	1	10	0	0	0	11
11:30	12:00	5	3	11	0	0	0	19
12:30	13:00	0	1	13	0	0	0	14
13:30	14:00	2	2	11	0	0	0	15
14:30	15:00	7	0	7	10	0	0	24
15:30	16:00	0	0	6	0	0	0	6
16:30	17:00	4	1	8	2	0	0	15
17:30	18:00	0	1	9	0	0	0	10
18:30		1	1	8	1	0	0	11

**NOTA:** Inicio de conteo de vehículos 8:30 am hasta 18:30 pm martes 5 de mayo del 2015

INTERVALO DE TIEMPO		TIPO DE VEHICULOS						TOTAL DE VEHICULOS
		CARROS LIVIANOS		MOTOS		CAMIONES		
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	
8:30	9:00	4	0	8	1	0	0	13
9:30	10:00	2	0	9	1	0	0	12
10:30	11:00	3	1	7	3	0	0	14
11:30	12:00	1	3	5	0	0	0	9
12:30	13:00	0	1	10	0	0	0	11
13:30	14:00	1	2	12	0	0	0	15
14:30	15:00	0	0	13	1	0	0	14
15:30	16:00	5	0	11	0	0	0	16
16:30	17:00	0	1	9	0	0	0	10
17:30	18:00	0	1	5	0	0	0	6
18:30		1	1	7	1	0	0	10

**NOTA:** Inicio de conteo de vehículos 8:30 am hasta 18:30 pm miércoles 6 de mayo del 2015

INTERVALO DE TIEMPO		TIPO DE VEHICULOS						TOTAL DE VEHICULOS
		CARROS LIVIANOS		MOTOS		CAMIONES		
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	
8:30	9:00	4	0	8	0	0	0	12
9:30	10:00	3	0	9	0	0	0	12
10:30	11:00	5	1	8	1	0	0	15
11:30	12:00	0	1	7	3	0	0	11
12:30	13:00	0	1	7	1	1	0	10
13:30	14:00	2	1	10	2	0	0	15
14:30	15:00	0	0	5	0	0	0	5
15:30	16:00	3	0	9	0	0	0	12
16:30	17:00	0	1	7	1	0	0	9
17:30	18:00	1	0	11	0	0	0	12
18:30		2	1	12	1	0	0	16

**NOTA:** Inicio de conteo de vehículos 8:30 am hasta 18:30 pm Jueves 7 de Mayo del 2015

INTERVALO DE TIEMPO		TIPO DE VEHICULOS						TOTAL DE VEHICULOS
		CARROS LIVIANOS		MOTOS		CAMIONES		
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	
8:30	9:00	2	0	11	1	1	0	15
9:30	10:00	3	0	12	0	0	0	15
10:30	11:00	0	1	9	1	0	0	11
11:30	12:00	1	0	8	0	0	0	9
12:30	13:00	4	0	13	0	1	0	18
13:30	14:00	5	0	7	0	0	0	12
14:30	15:00	3	0	9	0	0	0	12
15:30	16:00	2	0	10	0	0	0	12
16:30	17:00	3	0	9	0	0	0	12
17:30	18:00	0	1	15	0	0	0	16
18:30		5	0	14	1	0	0	20

**NOTA:** Inicio de conteo de vehículos 8:30 am hasta 18:30 pm viernes 8 de mayo del 2015

## RESUMEN DE CONTEO DE VEHICULOS

**Tabla 2.1**

<b>CENSO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO</b>						
	<b>Días</b>					
<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>total</b>
	<b>8:30 – 6:30</b>					
Livianos	32	37	27	26	30	<b>152</b>
Motos	117	110	103	99	120	<b>549</b>
Camiones	2	0	0	1	2	<b>5</b>
Tráiler	0	0	0	0	0	<b>0</b>
					<b>Total</b>	<b>706</b>

### 3.4 TOPOGRAFIA DEFINITIVA

<b>NIVELACION DESDE ESCUELA HASTA INGRESO A VIA EL PRADO</b>					
<b>PUNTO</b>	<b>V. ATRÁS</b>	<b>V. INTERMEDIA</b>	<b>V. ADELANTE</b>	<b>COTA</b>	<b>H+I</b>
IGM	1,228			8,411	9,639
PC1	1,305		1,362	8,277	9,582
PC2	1,375		1,29	8,292	9,667
PC3	1,415		1,345	8,322	9,737
PC4	1,385		1,41	8,327	9,712
PC5	1,368		1,468	8,244	9,612
PC6	1,37		1,395	8,217	9,587
PC7	1,392		1,394	8,193	9,585
PC8	0,61		1,462	8,123	8,733
PC1 VIA			2,832	5,901	

### 3.4.2 CALCULO DE LOS ELEMENTOS DE LA CURVA

Curva # 1  $\alpha = 91^\circ$

Rmin= 273.73m

Vd= 90 km/h

f= 0.19 - 0.000626(90)

f= 0.133<sup>a</sup>

$$Rd = \frac{Vd^2}{127 * (0.1 + 0.133)}$$

$$\sqrt{Vd^2} = 50 * 127 * (0.1 + 0.133)$$

$$\sqrt{Vd^2} = \sqrt{50 * 127 * (0.1 + 0.133)}$$

$$\sqrt{Vd^2} = \sqrt{1479.55}$$

Vd = 38.46 km/h

Vd = 40Km/h

f=0.19-0.000626(40)

f=0.16496 a

$$Rmin = \frac{Vd^2}{127 * (e+f)}$$

$$Rmin = 40^2 / 127(0.1 + 0.16496)$$

Considerando que el estado de la curva es muy cerrada con un ángulo de 91°, se consideró usar un radio menor al Rmin calculado, por lo cual se calcula una nueva velocidad de diseño Vd=40 km/h , se recomienda que antes de tramo de esta curva se señalice indicando que la velocidad para esta curva es menor que la del resto de la vía

CLASE DE CARRETERA	PI	α DEFLEXION	RADIO/ DISEÑO	RADIO MINIMO	e MAX	E DISEÑO
IV	1+167	91	50	47.54	10%	10%

TANGENTE =T

$$T = R \cdot \text{Tang } \frac{\alpha}{2}$$

$$T = 50 \cdot \text{Tang } \frac{91}{2} = 50.88 \text{ m}$$

LONGITUD de CURVA =LC

$$LC = \frac{(\pi \cdot R_d \cdot \alpha)}{180}$$

$$LC = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 91}{180} = 79.41 \text{ m}$$

LONGITUD de CUERDA=lc

$$lc = 2 \cdot R \cdot \frac{\text{sen } \alpha}{2}$$

$$lc = 2 \cdot (50) \cdot \frac{\text{sen } 91}{2} = 71.32 \text{ m}$$

EXTERNAL = E

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

$$E = 50 * \left( \frac{1}{\cos 91} - 1 \right) = 21.33 \text{ m}$$

FLECHA = f

$$f = R * \left( 1 - \cos \alpha \right)$$

$$f = 50 * \left( 1 - \cos 91 \right) = 14.95 \text{ m}$$

PC = PI - T

$$PC = 1+167\text{m} - 50.88\text{m}$$

$$PC = 1+116.12\text{m}$$

PT = PC + LC

$$PT = 1+116.12\text{m} + 79.41\text{m}$$

$$PT = 1+195.53\text{m}$$

### TRANSCISION DEL PERALTE

$$e = \frac{Vd^2}{127 \times r \text{ diseño}} - f$$

$$e = \frac{40^2}{127 \times 50} - 0.16496$$

$$e = 0.087 = 8.7\%$$

p tabla sección transversal típica. Porcentaje

$$p = 3\%$$

i tabla velocidad de diseño gradiente longitudinal

$$i = 0.47$$

a ancho de pavimento tabla

$$a = 7.5$$

$$L = e \cdot a / 2 \cdot i = (8.7 \cdot 7.5) / (2 \cdot 0.47) = 69.41 \text{ m}$$

$$X = p \cdot a / 2 \cdot i = (3 \cdot 7.5) / (2 \cdot 0.47) = 23.93 \text{ m}$$

$$A = P_c - 2/3L - X = 1+116.12 - 46.27 - 23.93 = 1+045.92 \text{ m}$$

$$B = P_c - 2/3L = 1+116.12 - 46.27 = 1+069.45 \text{ m}$$

$$C = P_c - 2/3L + X = 1+116.12 - 46.27 + 23.93 = 1+093.78 \text{ m}$$

$$D = P_c + 1/3L = 1+116.12 + 23.13 = 1+139.25 \text{ m}$$

$$D' = P_t - 1/3L = 1+195.53 - 23.13 = 1+172.4 \text{ m}$$

$$C' = P_t + 2/3L - X = 1+195.53 + 46.27 - 23.93 = 1+217.87 \text{ m}$$

$$B' = P_t + 2/3L = 1+195.53 + 46.27 = 1+241.8 \text{ m}$$

$$A' = P_t + 2/3L + X = 1+195.53 + 46.27 + 23.93 = 1+265.73 \text{ m}$$

## CALCULO DE DEFLEXIONES EN LA CU1 PARA REPLANTEO

Deflexión parcial =  $\Delta/2$

$$\Delta \text{ Deflexión parcial} = \frac{91}{2} = 45^\circ 30' 00''$$

$\frac{45.5}{79.41} = (0.572975) 0^\circ 34' 23'' =$  es la deflexión que le corresponde a un metro de longitud de la curva

$$0.572975 * 3.88 = 2.223143 \Rightarrow 2^{\circ}13'24''$$

$$0.572975 * 20 = 11.4595 \Rightarrow 11^{\circ}27'34''$$

$$0.572975 * 15.53 = 8.8983 \Rightarrow 8^{\circ}53'54''$$

<b>BSCISA</b>	<b>LONGITUD/ CURVA</b>	<b>∠ DEFLEXION PARCIAL</b>	<b>∠ DEFLEXION ACUMULADO</b>
PC 1+116.12	0	0	0
1+120	3.88	2°13'24"	2°13'24"
1+140	20	11°27'34"	13°40'58"
1+160	20	11°27'34"	25°8'32"
1+180	20	11°27'34"	36°36'06"
PT 1+195.53	15.53	8°53'54"	45°30'00"
LC	79.41m		

Se recomienda que se replantee la curva cada 20 m

	ABSCISA	CARRIL INTERIOR	CARRIL EXTERIOR	DER	IZQ
A	1+045.92	-3	-3	-3%	-3%
	1+060	+1.79	-1.79		
B	1+069.45	0	-3	0%	-3%
	1+080	+1.3	-1.3		
C	1+093.78	+3	-3	+3%	-3%
	1+100	+3.77	-3.77		
PC	1+116.12	+5.80	-5.80		
D	1+120	+6.28	-6.28		
	1+139.25	+8.7	-8.7	+8.7%	-8.7%
	1+140	+8.7	-8.7		
	1+160	+8.7	-8.7		
	1+172.40	+8.7	-8.7	+8.7%	-8.7%
D'	1+180	+7.74	-7.74		
	1+195.53	+5.80	-5.80		
PT	1+200	+5.24	-5.24		
C'	1+217.87	+3	-3	+3%	-3%
	1+220	+2.73	-2.73		
	1+240	+0.23	-0.23		
B'	1+241.8	+0	-3	0%	-3%
	1+260	-2.28	-2.28		
A'	1+265.73	-3	-3	-3%	-3%

**Vc= velocidad de circulación**

$$Vc = 0.8vd + 6.5 = 0.8(50) + 6.5$$

$V_c = 46.5 \text{ km/h}$

### **Fricción longitudinal**

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} = \frac{1.15}{46.5^{0.3}} = 0.36$$

### **DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA**

$$DVP = 0.7V_c + \frac{V_c^2}{254 * (f + g)} = 0.7(46.5) + \frac{(46.5)^2}{254 * (0.36 + 0.03)} =$$

$DVP = 54.12$

$DVP = 54.12 \text{ m}$

### **RADIO AL EJE DEL CARRIL INTERIOR**

$$R'' = R_d - (a/4)$$

$a =$  ancho del carril interno

$$R'' = 80 - (7.5/4)$$

$$R'' = 78.12 \text{ m}$$

$m =$  penalización que restringe la ubicación de viviendas con respecto al eje del carril interior de una curva

$$m = R \left( 1 - \cos \frac{28.65 DVP}{R} \right)$$

$$m = 78.12 \left( 1 - \cos \frac{28.65 * 54.12}{80} \right)$$

$$m = 80 * (1 - \cos 19.38)$$

$$m = 4.42 \text{ m}$$

**Curva # 2**       $\alpha=28^\circ$

Rmin= 76.09m

Vd= 50 km/h

f= 0.19 - 0.000626(50)

f= 0.1587<sup>a</sup>

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

Rmin= 50<sup>2</sup>/ 127(0.1 + 0.1587)

Rmin= 76.09m

<b>CLASE DE CARRETERA</b>	<b>PI</b>	<b><math>\alpha</math> DEFLEXION</b>	<b>RADIO/ DISEÑO</b>	<b>RADIO MINIMO</b>	<b>e MAX</b>	<b>E DISEÑO</b>
IV	1+662	28	120	76.09	10%	10%

TANGENTE = T

$$T = R * \frac{\text{Tang } \alpha}{2}$$

$$T = 120 \frac{\text{Tang } 28}{2} = 29.91\text{m}$$

LONGITUD DE CURVA = LC

$$LC = \frac{(\pi * R * \alpha)}{180}$$

$$LC = \frac{\pi * 120 * 28}{180} = 58.64\text{m}$$

LONGITUD DE CUERDA =  $l_c$

$$l_c = 2 * R \frac{\text{sen } \alpha}{2}$$

$$l_c = 2 * (120) \frac{\text{sen } 28}{2} = 58.06\text{m}$$

EXTERNAL

$$E = R * (\text{Sec } \frac{\alpha}{2} - 1)$$

$$E = 120 \left( \frac{1}{\text{Cos } \frac{28}{2}} - 1 \right) = 3.67\text{m}$$

FLECHA =  $f$

$$f = R * (1 - \text{cos } \frac{\alpha}{2})$$

$$f = 120 \left( 1 - \cos \frac{28}{2} \right) = 3.56\text{m}$$

$$PC = PI - T$$

$$PC = 1+662 - 29.91 = 1+632.09$$

$$PC = 1+632.09\text{m}$$

$$PT = PC + LC$$

$$PT = 1+632.09+58.64$$

$$PT = 1+690.73\text{m}$$

### TRANSCISION DEL PERALTE

$$e = \frac{Vd^2}{127 \times r \text{ diseño}} \cdot f$$

$$e = \frac{50^2}{127 \times 120} \cdot 0.1587$$

$$e = 0.053 = 5.3\%$$

p = tabla sección transversal típica

$$p = 3\%$$

i = tabla de velocidad de diseño gradiente longitudinal

$$i = 0.47$$

a = ancho del pavimento tabla

$$a = 7.5$$

$$L = \frac{e \cdot a}{2 \cdot i} = \frac{(5.3 \cdot 7.5)}{(2 \cdot 0.47)} = 42.28\text{m}$$

$$X = \frac{p \cdot a}{2 \cdot i} = \frac{(3 \cdot 7.5)}{(2 \cdot 0.47)} = 23.93\text{m}$$

$$A = P_c - 2/3L - X = 1+632.09 - 28.18 - 23.93 = 1+ 579.98m$$

$$B = P_c - 2/3L = 1+632.09 - 28.18 = 1+603.91m$$

$$C = P_c - 2/3L + X = 1+632.09 - 28.18 + 23.93 = 1+627.84m$$

$$D = P_c + 1/3L = 1+632.09 + 14.09 = 1+646.18m$$

$$D' = P_t - 1/3L = 1+690.73 - 14.09 = 1+676.64m$$

$$C' = P_t + 2/3L - X = 1+690.73 + 28.18 - 23.93 = 1+694.98m$$

$$B' = P_t + 2/3L = 1+690.73 + 28.18 = 1+718.91m$$

$$A' = P_t + 2/3L + X = 1+690.73 + 28.18 + 23.93 = 1+742.84m$$

### CALCULO DE DEFLEXIONES EN LA CU2 PARA REPLANTEO

$$\sum \angle \text{Deflexion parcial} = \frac{28}{2} = 14^\circ 00' 00''$$

14 = (0,238744) 0° 14' 19" = es la deflexión que le corresponde a un  
58.64 metro de longitud de la curva.

$$0,238744 * 7.91 = 1.888465 \Rightarrow 1^\circ 53' 18''$$

$$0,238744 * 20 = 4.77488 \Rightarrow 4^\circ 46' 30''$$

$$0,238744 * 10.73 = 2.561723 \Rightarrow 2^\circ 33' 42''$$

<b>ABSCISA</b>	<b>LONGITUD/ CURVA</b>	<b>∠ DEFLEXION PARCIAL</b>	<b>∠ DEFLEXION ACUMULADO</b>
PC 1+632.09	0	0	0
1+640	7.91	1°53'18"	1° 53'18"
1+660	20	4°46'30"	6° 39'48"
1+680	20	4° 46' 30"	11°26'18"
PT 1+690.73	10.73	2°33'42"	14° 00'0"
LC	58.64m		

Se recomienda que se replantee la curva cada 20m

	ABSCISA	CARRIL INTERIOR	CARRIL EXTERIOR	DER	IZQ
A	1+579.98	-3	-3	-3%	-3%
	1+580.0	+2.99	-2.99		
	1+600	+0.49	-0.49		
B	1+603.91	0	-3	0%	-3%
	1+620.0	+2.01	-2.01		
C	1+627.84	+3	-3	+3%	-3%
	PC 1+632.09	+3.53	-3.53		
	1+640.00	+4.52	-4.52		
D	1+646.18	+5.3	-5.3	+8.7%	-8.7%
	1+660,00	+5.3	-5.3		
D'	1+676.64	+5.3	-5.3	+8.7%	-8.7%
	1+680.0	+4.87	-4.87		
PT	1+690.73	+3.53	-3.53		
C'	1+694.98	+3	-3	+3%	-3%
	1+700	+2.37	-2.37		
B'	1+718.91	0	-3	0%	-3%
	1+720	+0.13	-0.13		
	1+740	-2.64	-2.64		
A'	1+742.84	+3	-3	-3%	-3%

**Vc= velocidad de circulación**

$$V_c = 0.8V_d + 6.5 = 0.8(50) + 6.5$$

$$V_c = 46.5 \text{ km/h}$$

**Friccion longitudinal**

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} = \frac{1.15}{46.5^{0.3}} = 0.36$$

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA**

$$DVP = 0.7V_c + \frac{V_c^2}{254 * (f + g)} = 0.7(46.15) + \frac{(46.5)^2}{254 * (0.36 + 0.03)} =$$

$$DVP = 54.12 \text{ m}$$

**RADIO AL EJE DEL CARRIL INTERIOR**

$$R'' = R_d - (a/4)$$

$$R'' = 120 - (7.5/4)$$

$$R'' = 118.12$$

m = penalización que restringe la ubicación de vivienda con respecto con el eje del carril interior de la curva

$$m = R \left( 1 - \cos \frac{28.65 DVP}{R} \right) =$$

$$m = 118.12 \left( 1 - \cos \frac{28.65 * 54.12}{120} \right) =$$

$$m = 118.12 (1 - \cos 12.92)$$

$$m = 2.99 \text{ m}$$

Curva # 3       $\alpha = 56^\circ$

$$R_{\min} = 76.29\text{m}$$

$$V_d = 50 \text{ km/h}$$

$$F = 0.19 - (0.000626 * V_d)$$

$$f = 0.19 - 0.000626(50)$$

$$f = 0.158$$

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

$$R_{\min} = 50^2 / 127(0.1 + 0.158)$$

$$R_{\min} = 76.29\text{m}$$

CLASE DE CARRETERA	PI	$\alpha$ DEFLEXION	RADIO/ DISEÑO	RADIO MINIMO	e MAX	E DISEÑO
IV	1+825	56	80	76.29	10%	10%

TANGENTE = T

$$T = R \cdot \frac{\text{Tang } \alpha}{2}$$

$$T = 80 \cdot \frac{\text{Tang } 56}{2} = 42.53\text{m}$$

LONGITUD DE CURVA = LC

$$LC = \frac{(\pi * R * \alpha)}{180}$$

$$LC = \frac{\pi * 80 * 56}{180} = 78.19\text{m}$$

LONGITUD DE CUERDA =  $l_c$

$$l_c = 2 * R \frac{\text{sen } \alpha}{2}$$

$$l_c = 2 * (80) \frac{\text{sen } 56}{2} = 75.11\text{m}$$

EXTERNAL = E

$$E = R * \left( \frac{\text{Sec } \alpha}{2} - 1 \right)$$

$$E = 80 * \left( \frac{1}{\text{Cos } 56} - 1 \right) = 10.60\text{m}$$

FLECHA = f

$$f = R * \left( 1 - \frac{\text{cos } \alpha}{2} \right)$$

$$f = 80 * \left( 1 - \frac{\text{cos } 56}{2} \right) = 9.36\text{m}$$

PC = PI - T

$$PC = 1+825\text{m} - 42.53\text{m} = 1+782.47\text{m}$$

$$PC = 1+782.47\text{m}$$

PT = PC + LC

$$PT = 1+782.47\text{m} + 78.19\text{m}$$

$$PT = 1+860.66\text{m}$$

## TRANSCISION DEL PERALTE

$$e = \frac{Vd^2}{127 \times r \text{ diseño}} \cdot f$$

$$e = \frac{50^2}{127 \times 80} \cdot 0.158$$

$$e = 0.087 = 8.7\%$$

p = tabla de sección transversal típica. Porcentaje

$$p = 3\%$$

i = tabla velocidad de diseño gradiente longitudinal

$$i = 0.47$$

a = ancho de pavimento tabla

$$a = 7.5$$

$$L = e \cdot a / 2 \cdot i = (8.7 \cdot 7.5) / (2 \cdot 0.47) = 69.41\text{m}$$

$$X = p \cdot a / 2 \cdot i = (3 \cdot 7.5) / (2 \cdot 0.47) = 23.93\text{m}$$

$$A = Pc - 2/3L - X = 1+782.47 - 46.27 - 23.93 = 1+712.27\text{m}$$

$$B = Pc - 2/3L = 1+782.47 - 46.27 = 1+736.20\text{m}$$

$$C = Pc - 2/3L + X = 1+782.47 - 46.27 + 23.93 = 1+760.30\text{m}$$

$$D = Pc + 1/3L = 1+782.47 + 23.13 = 1+805.60\text{m}$$

$$D' = Pt - 1/3L = 1+860.66 - 23.13 = 1+837.53\text{m}$$

$$C' = Pt + 2/3L - X = 1+860.66 + 46.27 - 23.93 = 1+883.0\text{m}$$

$$B' = Pt + 2/3L = 1+860.66 + 46.27 = 1+906.93\text{m}$$

$$A' = Pt + 2/3L + X = 1+860.66 + 46.27 + 23.93 = 1+930.86\text{m}$$

### CALCULO DE DEFLEXIONES EN LA CU3 PARA REPLANTEO

$$\sum \sphericalangle \text{Deflexion parcial} = \frac{56}{2} = 28^\circ 00' 00''$$

28 = (0.358102) 0° 21' 29.17 " =es la deflexión que le corresponde a  
78.19 un metro de longitud de la curva

$$0.358102 * 17.53 = 6.277528 \Rightarrow 6^\circ 16' 40''$$

$$0.358102 * 20 = 7.16204 \Rightarrow 7^\circ 9' 43''$$

$$0.358102 * 0.66 = 0.236347 \Rightarrow 0^\circ 14' 11''$$

ABSCISA	LONGITUD/ CURVA	∠ DEFLEXION PARCIAL	∠ DEFLEXION ACUMULADO
PC 1+782.47	0	0	0
1+800	17.53	6°16'40 "	6°16'40"
1+820	20	7°9'43 "	13°26'23"
1+840	20	7°9' 43 "	20°36'6"
1+860	20	7°9' 43 "	27°45'49"
PT 1+860.66	0.66	0°14' 11"	27°00'00"
LC	78.19m		

Se recomienda que se replantee la curva cada 20m

	ABSCISA	CARRIL INTERIOR	CARRIL EXTERIOR	DER	IZQ
A	1+712.27	-3	-3	-3%	-3%
	1+720	+2.03	-2.03		
B	1+736.20	0	-3	0%	-3%
	1+740	+0.47	-0.47		
	1+760	+2.98	-2.98		
C	1+760.13	+3	-3	+3%	-3%
	1+780	+5.49	-5.49		
PC	1+782.47	+5.80	-5.80		
	1+800.00	+7.99	-7.99		
D	1+805.60	+8.7	-8.7	+8.7%	-8.7%
	1+820	+8.7	-8.7		
D'	1+837.53	+8.7	-8.7	+8.7%	-8.7%
	1+840.0	+8.39	-8.39		
	1+860.0	+5.88	-5.88		
PT	1+860.66	+5.80	-5.80		
	1+880.0	+3.37	-3.37		
C'	1+883.0	+3	-3	+3%	-3%
	1+900	+2.13	-2.13		
B'	1+906.93	0	-3	0%	-3%
	1+920	-1.63	-1.63		
A'	1+930.86	-3	-3	-3%	-3%

## VELOCIDAD DE CIRCULACION

$$V_c = 0.8V_d + 6.5 = 0.8(50) + 6.5$$

$$V_c = 46.5 \text{ km/h}$$

## Friccion longitudinal

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} = \frac{1.15}{46.5^{0.3}} = 0.36$$

## DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

$$DVP = 0.7V_c + \frac{V_c^2}{254 * (f + g)} = 0.7(46.15) + \frac{(46.5)^2}{254 * (0.36 + 0.03)} =$$

$$DVP = 54.12 \text{ m}$$

## RADIO AL EJE DEL CARRIL INTERIOR

$$R'' = R_d - (a/4)$$

$$R'' = 80 - (7.5/4)$$

$$R'' = 78.12 \text{ m}$$

$m$  = penalización que restringe la ubicación de vivienda con respecto al eje del carril interior de una curva

$$m = R \left( 1 - \cos \frac{28.65 DVP}{R} \right)$$

$$m = 78.12 \left( 1 - \cos \frac{28.65 * 54.12}{80} \right) =$$

$$m = 78.12 * (1 - \cos 19.38)$$

$$m = 4.42 \text{ m}$$

**Curva # 4**       $\alpha = 28^\circ$

Rmin= 76.09m

Vd= 50 km/h

f= 0.19 - 0.000626(50)

f= 0.1587

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

Rmin= 50<sup>2</sup>/ 127(0.1 + 0.1587)

Rmin= 76.09

<b>CLASE DE CARRETERA</b>	<b>PI</b>	<b><math>\alpha</math> DEFLEXION</b>	<b>RADIO/ DISEÑO</b>	<b>RADIO MINIMO</b>	<b>e MAX</b>	<b>E DISEÑO</b>
IV	1+997	28	120	76.09	10%	10%

TANGENTE = T

$$T = R. \text{Tang } \frac{\alpha}{2}$$

$$T = 120 \text{Tang } \frac{28}{2} = 29.91\text{m}$$

LONGITUD DE CURVA = LC

$$LC = \frac{(\pi * R. \alpha)}{180}$$

$$LC = \frac{\pi. * 120 * 28}{180} = 58.64\text{m}$$

LONGITUD DE CUERDA =  $l_c$

$$l_c = 2 * R \frac{\text{sen } \alpha}{2}$$

$$l_c = 2 * (120) \frac{\text{sen } 28}{2} = 58.06\text{m}$$

EXTERNAL = E

$$E = R * (\text{Sec } \frac{\alpha}{2} - 1)$$

$$E = 120 * \left( \frac{1}{\text{Cos } \frac{28}{2}} - 1 \right) = 3.67\text{m}$$

FLECHA = f

$$f = R * \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$f = 120 * \left( 1 - \cos \frac{28}{2} \right) = 3.56\text{m}$$

PC = PI - T

$$PC = 1+997\text{m} - 29.91\text{m} =$$

$$PC = 1+967.09\text{m}$$

PT = PC + LC

$$PT = 1+977.06\text{m} + 58.64\text{m}$$

$$PT = 2+025.73\text{m}$$

### TRANSCISION DEL PERALTE

$$e = \frac{Vd^2}{127 * r \text{ diseño}} - f$$

127 x r diseño

$$e = \frac{50^2}{127 \times 120} = 0.1587$$

$$e = 0.053 = 5.3\%$$

p = tabla de sección transversal típica. Porcentaje

$$p = 3\%$$

i = tabla velocidad de diseño gradiente longitudinal

$$i = 0.47$$

a = ancho de pavimento tabla

$$a = 7.5$$

$$L = e \cdot a / 2 \cdot i = (5.3 \cdot 7.5) / (2 \cdot 0.47) = 42.28\text{m}$$

$$X = p \cdot a / 2 \cdot i = (3 \cdot 7.5) / (2 \cdot 0.47) = 23.93\text{m}$$

$$A = P_c - 2/3L - X = 1+967.09 - 28.18 - 23.93 = 1+914.98\text{m}$$

$$B = P_c - 2/3L = 1+967.09 - 28.18 = 1+938.91\text{m}$$

$$C = P_c - 2/3L + X = 1+967.09 - 28.18 + 23.93 = 1+962.84\text{m}$$

$$D = P_c + 1/3L = 1+967.09 + 14.09 = 1+981.18\text{m}$$

$$D' = P_t - 1/3L = 2+025.73 - 14.09 = 2+011.64\text{m}$$

$$C' = P_t + 2/3L - X = 2+025.73 + 28.18 - 23.93 = 2+029.98\text{m}$$

$$B' = P_t + 2/3L = 2+025.73 + 28.18 = 2+053.91\text{m}$$

$$A' = P_t + 2/3L + X = 2+025.73 + 28.18 + 23.93 = 2+077.84\text{m}$$

## **CALCULO DE DEFLEXIONES EN LA CU14 PARA REPLANTEO**

$$\sum \Delta \text{Deflexion parcial} = \frac{28}{2} = 14^\circ 00' 00''$$

14 = (0.238744) 0° 14' 20" es la deflexión que le corresponde a un 58.64 metro de longitud de curva

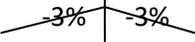
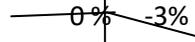
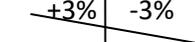
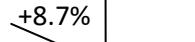
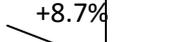
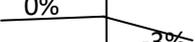
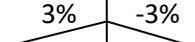
$$0.238744 * 12.91 = 3.082185 \Rightarrow 3^\circ 4' 57''$$

$$0.238744 * 20 = 4.77488 \Rightarrow 4^\circ 46' 29''$$

$$0.238744 * 5.73 = 1.368005 \Rightarrow 1^\circ 22' 5''$$

ABSCISA	LONGITUD/ CURVA	Δ DEFLEXION PARCIAL	Δ DEFLEXION ACUMULADO
PC 1+967.09	0	0	0
1+980	12.91	3° 4' 57"	3° 4' 57"
2+000.	20	4° 46' 29"	7° 51' 26"
2+020	20	4° 46' 29"	12° 37' 55"
PT 2+025.73	5.73	1° 22' 5"	14° 00' 00"
LC	58.64m		

Se recomienda que se replantee la curva cada 20m

	ABSCISA	CARRIL INTERIOR	CARRIL EXTERIOR	DER	IZQ
A	1+914.98	- 3	- 3		
	1+920	+2.37	-2.37		
B	1+938.91	0	- 3		
	1+940	+0.13	-0.13		
	1+960	+2.64	-2.64		
C	1+962.84	+ 3	- 3		
	PC	1+967.09	+ 3.53		
	1+980	+5.13	-5.13		
D	1+981.18	+5.3	-5.3		
	1+977.66.	+ 5.3	- 5.3		
D'	2+000	+5.3	-5.3		
	2+011.64	+5.3	-5.3		
	2+020	+4.25	-4.25		
PT	2+025.73	+3.53	- 3.53		
C'	2+029.98	+3	- 3		
	2+040	+1.74	- 1.74		
B'	2+053.91	0	- 3		
	2+060	+0.76	-0.76		
A'	2+077.84	-3	-3		

**Vc= velocidad de circulación**

$$V_c = 0.8V_d + 6.5 = 0.8(50) + 6.5$$

$$V_c = 46.5 \text{ km/h}$$

**Fricción longitudinal**

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} = \frac{1.15}{46.5^{0.3}} = 0.36$$

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA**

$$DVP = 0.7V_c + \frac{V_c^2}{254 * (f + g)} = 0.7(46.5) + \frac{(46.5)^2}{254 * (0.36 + 0.03)} =$$

$$DVP = 54.12 \text{ m}$$

**RADIO AL EJE DEL CARRIL INTERIOR**

$$R'' = R_d - (a/4)$$

$$R'' = 120 - (7.5/4)$$

$$R'' = 118.12$$

m = penalización que restringe la ubicación de vivienda con respecto al eje del

carril interior de la curva

$$m = R \left( 1 - \cos \frac{28.65 DVP}{R} \right) =$$

$$m = 118.12 \left( 1 - \cos \frac{28.65 * 54.12}{120} \right) =$$

$$m = 118.12 (1 - \cos 12.92)$$

$$m = 2.99 \text{ m}$$

**Curva # 5**       $\alpha = 39^\circ$

Rmin=76.09m

Vd= 50 km/h

f= 0.19 - 0.000626(50)

f= 0.1587a

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

Rmin= 50<sup>2</sup>/ 127(0.1 + 0.1587)

Rmin= 76.09m

<b>CLASE DE CARRETERA</b>	<b>PI</b>	<b><math>\alpha</math> DEFLEXION</b>	<b>RADIO/ DISEÑO</b>	<b>RADIO MINIMO</b>	<b>e MAX</b>	<b>E DISEÑO</b>
IV	2+110	39	120	76.09	10%	10%

TANGENTE = T

$$T = R * \frac{\text{Tang } \alpha}{2}$$

$$T = 120 * \frac{\text{Tang } 39}{2} = 42.49\text{m}$$

LONGITUD DE CURVA = LC

$$LC = \frac{(\pi * R * \alpha)}{180}$$

$$LC = \frac{\pi * 120 * 39}{180} = 81.68\text{m}$$

LONGITUD DE CUERDA =  $l_c$

$$l_c = 2 * R \frac{\sin \alpha}{2}$$

$$l_c = 2 * (120) \frac{\sin 39}{2} = 80.11\text{m}$$

EXTERNAL = E

$$E = R * (\sec \frac{\alpha}{2} - 1)$$

$$E = 120 \left( \frac{1}{\cos \frac{39}{2}} - 1 \right) = 7.30\text{m}$$

FLECHA = f

$$f = R * \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$f = 120 * \left( 1 - \cos \frac{39}{2} \right) = 6.88\text{m}$$

PC = PI - T

$$PC = 2+110\text{m} - 42.49\text{m} =$$

$$PC = 2+067.51\text{m}$$

$$PT = PC + LC$$

$$PT = 2+067.51m+81.68m$$

$$PT = 2+149.19m$$

### TRANSCISION DEL PERALTE

$$e = \frac{Vd^2}{127 * r \text{ diseño}} * f$$

$$e = \frac{50^2}{127 * 120} = 0.1587$$

$$e = 0.053 = 5.3\%$$

p = tabla de sección transversal típica. Porcentaje

$$p = 3\%$$

i = tabla velocidad de diseño gradiente longitudinal

$$i = 0.47$$

a = ancho de pavimento tabla

$$a = 7.5$$

$$L = e * a / 2 * i = (5.3 * 7.5) / (2 * 0.47) = 42.28m$$

$$X = p * a / 2 * i = (3 * 7.5) / (2 * 0.47) = 23.93m$$

$$A = Pc - 2/3L - X = 2+067.51 - 28.18 - 23.93 = 2+ 015.4m$$

$$B = Pc - 2/3L = 2+067.51 - 28.18 = 2+039.33m$$

$$C = Pc - 2/3L + X = 2+067.51 - 28.18 + 23.93 = 2+063.26m$$

$$D = Pc + 1/3L = 2+067.51 + 14.09 = 2+081.6m$$

$$D' = Pt - 1/3L = 2+149.19 - 14.09 = 2+135.1m$$

$$C' = Pt + 2/3L - X = 2+149.19 + 28.18 - 23.93 = 2+153.44m$$

$$B' = Pt + 2/3L = 2+149.19 + 28.18 = 2+177.37m$$

$$A' = Pt + 2/3L + X = 2+149.19 + 28.18 + 23.93 = 2+201.3m$$

### CALCULO DE DEFLEXIONES EN LA CU5 PARA REPLANTEO

$$\sum \sphericalangle \text{Deflexion parcial} = \frac{39}{2} = 19^\circ 30' 00''$$

19.5 = (0.238736) 0° 14' 19" es la deflexión que le corresponde a un 81.68 metro de longitud de la curva

$$0.238736 * 12.49 = 2.981812 \Rightarrow 2^\circ 58' 54''$$

$$0.238736 * 20 = 4.77472 \Rightarrow 4^\circ 46' 29''$$

$$0.238736 * 9.19 = 2.193983 \Rightarrow 2^\circ 11' 39''$$

ABSCISA	LONGITUD/ CURVA	∠ DEFLEXION PARCIAL	∠ DEFLEXION ACUMULADO
PC 2+067.51	0	0	0
2+080	12.49	2° 58' 54 "	2° 58' 54 "
2+100	20	4° 46' 29 "	7° 45' 23 "
2+120	20	4° 46' 29 "	12° 31' 52 "
2+140	20	4° 46' 29 "	17° 18' 21 "
PT 2+149.19	9.19	2° 11' 39 "	19° 30' 00 "
LC	81.68		

Se recomienda que se replantee la curva cada 20m

	ABSCISA	CARRIL INTERIOR	CARRIL EXTERIOR	DER	IZQ
A	2+015.4	- 3	-3	-3%	-3%
	2+020.00	+2.42	-2.42		
B	2+039.33	0	- 3	0%	-3%
	2+040.00	+0.08	-0.08		
	2+060.00	+2.59	-2.59		
C	2+063.26	+ 3	- 3	+3%	-3%
PC	2+067.51	+ 3.53	- 3.53		
	2+080.00	+ 5.09	- 5.09		
D	2+081.6	+ 5.3	- 5.3	+8.7%	-8.7%
	2+100	+5.3	-5.3		
	2+120.00	+5.3	-5.3		
D'	2+135.1	+ 5.3	- 5.3	+8.7%	-8.7%
	2+140.00	+4.68	-4.68		
PT	2+149.19	+3.53	- 3.53		
C'	2+153.44	+3	- 3	+3%	-3%
	2+160.00	+2.17	- 2.17		
B'	2+177.37	0	- 3	0%	-3%
	2+180.00	-0.32	-0.32		
	2+200	-2.83	-2.83		
A'	2+201.3	-3	- 3	3%	-3%

**Vc= velocidad de circulación**

$$V_c = 0.8V_d + 6.5 = 0.8(50) + 6.5$$

$$V_c = 46.5 \text{ km/h}$$

**Friccion longitudinal**

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} = \frac{1.15}{46.5^{0.3}} = 0.36$$

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA**

$$DVP = 0.7V_c + \frac{V_c^2}{254 * (f + g)} = 0.7(46.15) + \frac{(46.5)^2}{254 * (0.36 + 0.03)} =$$

$$DVP = 54.12 \text{ m}$$

**RADIO AL EJE DEL CARRIL INTERIOR**

$$R'' = R_d - (a/4)$$

$$R'' = 120 - (7.5/4)$$

$$R'' = 118.12 \text{ m}$$

m = penalización que restringe la ubicación de vivienda con respecto al eje del carril interior de la curva

$$m = R \left( 1 - \cos \frac{28.65 DVP}{R} \right) =$$

$$m = 118.12 \left( 1 - \cos \frac{28.65 * 54.12}{120} \right) =$$

$$m = 118.12 * (1 - \cos 12.92)$$

$$m = 2.99 \text{ m}$$

**Curva # 6**       $\alpha = 70^\circ$

Rmin= 47.55m

Vd= 40 km/h

f= 0.19 - 0.000626(40)

f= 0.1649a

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

$$R_{min} = 40^2 / 127(0.1 + 0.164)$$

Rmin= 47.55

CLASE DE CARRETERA	PI	$\alpha$ DEFLEXION	RADIO/ DISEÑO	RADIO MINIMO	e MAX	E DISEÑO
IV	2+310	70	50	47.55	10%	10%

TANGENTE = T

$$T = R * \frac{\text{Tang } \alpha}{2}$$

$$T = 50 * \frac{\text{Tang } 70}{2} = 35.01\text{m}$$

LONGITUD DE CURVA = LC

$$LC = \frac{(\pi * R * \alpha)}{180}$$

$$LC = \frac{\pi * 50 * 70}{180} = 61.08\text{m}$$

LONGITUD DE CUERDA =  $l_c$

$$l_c = 2 * R \frac{\sin \alpha}{2}$$

$$l_c = 2 * (50) \frac{\sin 70}{2} = 57.35m$$

EXTERNAL = E

$$E = R * (\sec \frac{\alpha}{2} - 1)$$

$$E = 50 \left( \frac{1}{\cos \frac{70}{2}} - 1 \right) = 11.03m$$

FLECHA = f

$$f = R * \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$f = 50 * \left( 1 - \cos \frac{70}{2} \right) = 9.04m$$

PC = PI - T

$$PC = 2+310m - 35.01m = 2+274.99m$$

$$PC = 2+274.99m$$

PT = PC + LC

$$PT = 2+274.99m + 61.08m$$

$$PT = 2+336.07m$$

**TRANSCISION DEL PERALTE**

$$e = \frac{Vd^2}{127 * r} - f$$

127 x r diseño

$$e = \frac{40^2}{127 \times 50} = 0.164$$

$$e = 0.087 = 8.7\%$$

p = tabla de sección transversal típica. Porcentaje

$$p = 3\%$$

i = tabla velocidad de diseño gradiente longitudinal

$$i = 0.47$$

a = ancho de pavimento tabla

$$a = 7.5$$

$$L = e \cdot a / 2 \cdot i = (8.7 \cdot 7.5) / (2 \cdot 0.47) = 69.41\text{m}$$

$$X = p \cdot a / 2 \cdot i = (3 \cdot 7.5) / (2 \cdot 0.47) = 23.93\text{m}$$

$$A = P_c - 2/3L - X = 2+274.99 - 46.27 - 23.93 = 2+204.79\text{m}$$

$$B = P_c - 2/3L = 2+274.99 - 46.27 = 2+228.67\text{m}$$

$$C = P_c - 2/3L + X = 2+274.99 - 46.27 + 23.93 = 2+252.6\text{m}$$

$$D = P_c + 1/3L = 2+274.99 + 23.13 = 2+298.07\text{m}$$

$$D' = P_t - 1/3L = 2+336.07 - 23.13 = 2+312.94\text{m}$$

$$C' = P_t + 2/3L - X = 2+336.07 + 46.27 - 23.93 = 2+358.41\text{m}$$

$$B' = P_t + 2/3L = 2+336.07 + 46.27 = 2+382.34\text{m}$$

$$A' = P_t + 2/3L + X = 2+336.07 + 46.27 + 23.93 = 2+406.27\text{m}$$

## CALCULO DE DEFLEXIONES EN LA CU6 PARA REPLANTEO

$$\sum \sphericalangle \text{Deflexion parcial} = \frac{70}{2} = 35^\circ 00' 00''$$

$$\frac{35}{61.08} = (0.573018) 0^\circ 34' 23''$$

$$0.573018 \times 5.01 = 2.870820 \Rightarrow 2^\circ 52' 15''$$

$$0.573018 \times 20 = 11.46036 \quad 11^\circ 27' 37''$$

$$0.573018 \times 16.07 = 9.208349 \quad 9^\circ 12' 30''$$

ABSCISA	LONGITUD/ CURVA	∠ DEFLEXION PARCIAL	∠ DEFLEXION ACUMULADO
PC 2+274.99	0	0	0
2+280	5.01	2° 52' 16"	2° 52' 16"
2+300	20	11° 27' 37"	14° 19' 53"
2+320	20	11° 27' 37"	25° 47' 30"
PT 2+336.07	16.07	9° 12' 30"	34° 00' 00."
LC	61.08		

Se recomienda que se replantee la curva cada 20m

	ABSCISA	CARRIL INTERIOR	CARRIL EXTERIOR	DER	IZQ
A	2+204.79	- 3	- 3	-3%	-3%
	2+220.00	+1.09	-1.09		
B	2+228.72	0	-3	0%	-3%
	2+240.00	+1.44	-1.44		
C	2+252.15	+ 3	- 3	+3%	-3%
	2+260.00	+ 3.97	- 3.97		
PC	2+274.99	+ 5.83	- 5.83		
	2+280.00	+6.45	-6.45		
D	2+298.12	+8.7	- 8.7	+8.7%	-8.7%
	2+300.00	+8.7	-8.7		
D'	2+312.94	+8.7	- 8.7	+8.7%	-8.7%
	2+320.00	+7.81	-7.81		
PT	2+336.07	+5.8	- 5.8		
	2+340.00	+ 3.39	- 3.39		
C'	2+358.41	+3	- 3	+3%	-3%
	2+360.00	+2.8	- 2.8		
B'	2+382.34	0	- 3	0%	-3%
	2+400.00	-2.4	-2.4		
A'	2+406.27	-3	- 3	3%	-3%

### Velocidad de circulación

$$V_c = 0.8V_d + 6.5 = 0.8(40) + 6.5$$

$$V_c = 38.5 \text{ km/h}$$

### Fricción longitudinal

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} = \frac{1.15}{38.5^{0.3}} = 0.38$$

### DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

$$DVP = 0.7V_c + \frac{V_c^2}{254 * (f + g)} = 0.7(38.5) + \frac{(38.5)^2}{254 * (0.38 + 0.03)} =$$

$$DVP = 0.7 * (38.5) + 14.23 =$$

$$DVP = 41.18 \text{ m}$$

### RADIO AL EJE DEL CARRIL INTERIOR

$$R'' = R_d - (a/4)$$

$$R'' = 50 - (7.5/4)$$

$$R'' = 48.12 \text{ m}$$

m = penalización que restringe la ubicación de vivienda con respecto al eje del carril interior de una curva

$$m = R \left( 1 - \cos \frac{28.65 DVP}{R} \right) = 48.12 \left( 1 - \cos \frac{28.65 * 41.18}{50} \right) =$$

$$m = 48.12(1 - 0.91)$$

$$m = 4.02 \text{ m}$$

Curva # 7  $\alpha = 69^\circ$

Rmin= 47.55m

Vd= 40 km/h

f= 0.19 - 0.000626(40)

f= 0.16496a

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

$$R_{min} = 40^2 / 127(0.1 + 0.171)$$

Rmin= 47.55 m

CLASE DE CARRETERA	PI	$\alpha$ DEFLEXION	RADIO/ DISEÑO	RADIO MINIMO	e MAX	E DISEÑO
IV	2+390	69	50	47.55	10%	10%

TANGENTE = T

$$T = R * \frac{\text{Tang } \alpha}{2}$$

$$T = 50 * \frac{\text{Tang } 69}{2} = 34.36m$$

LONGITUD DE CURVA = LC

$$LC = \frac{(\pi * R * \alpha)}{180}$$

$$LC = \frac{\pi * 50 * 69}{180} = 60.21m$$

LONGITUD DE CUERDA =  $l_c$

$$l_c = 2 * R \frac{\text{sen } \alpha}{2}$$

$$l_c = 2 * (50) \frac{\text{sen } 69}{2} = 56.64\text{m}$$

EXTERNAL = E

$$E = R * \left( \frac{\text{Sec } \alpha}{2} - 1 \right)$$

$$E = 50 * \left( \frac{1}{\text{Cos } 69} - 1 \right) = 10.67\text{m}$$

FLECHA = f

$$f = R * \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$f = 50 * \left( 1 - \cos \frac{69}{2} \right) = 8.79\text{m}$$

PC = PI - T

$$PC = 2+390\text{m} - 34.36\text{m} =$$

$$PC = 2+355.64\text{m}$$

PT = PC + LC

$$PT = 2+355.64\text{m} + 60.21\text{m}$$

$$PT = 2+415.85\text{m}$$

**TRANSCISION DEL PERALTE**

$$e = \frac{Vd^2}{127 * r \text{ diseño}} - f$$

$$e = \frac{40^2}{127 * 50} - 0.16496$$

$$e = 0.087 = 8.7\%$$

p = tabla de sección transversal típica. Porcentaje

$$p = 3\%$$

i = tabla velocidad de diseño gradiente longitudinal

$$i = 0.47$$

a = ancho de pavimento tabla

$$a = 7.5\text{m}$$

$$L = e * a / 2 * i = (8.7 * 7.5) / (2 * 0.47) = 69.41\text{m}$$

$$X = p * a / 2 * i = (3 * 7.5) / (2 * 0.47) = 23.93\text{m}$$

$$A = Pc - 2/3L - X = 2+355.64 - 46.27 - 23.93 = 2 + 285.44\text{m}$$

$$B = Pc - 2/3L = 2+355.64 - 46.27 = 2+309.37\text{m}$$

$$C = Pc - 2/3L + X = 2+355.64 - 46.27 + 23.93 = 2+333.3\text{m}$$

$$D = Pc + 1/3L = 2+355.64 + 23.13 = 2+378.77\text{m}$$

$$A' = Pt + 2/3L + X = 2+415.85+46.27 +23.93 = 2+486.05\text{m}$$

$$B' = Pt + 2/3L = 2+415.85 + 46.27 = 2+462.12\text{m}$$

$$C' = Pt + 2/3L - X = 2+415.85 + 46.27 - 23.93 = 2+438.19\text{m}$$

$$D' = Pt - 1/3L = 2+415.85 - 23.13 = 2+392.72\text{m}$$

## CALCULO DE DEFLEXIONES EN LA CU7 PARA REPLANTEO

$$\sum \sphericalangle \text{Deflexion parcial} = \frac{70}{2} = 35^\circ 00' 00''$$

$\frac{35}{60.21} = (0.581298) 0^\circ 34' 52''$  = es la deflexión que le corresponde a un metro de longitud de la curva

$$0.581298 \times 4.36 = 2.534459 \Rightarrow 2^\circ 32' 5''$$

$$0.581298 \times 20 = 11.62596 \Rightarrow 11^\circ 37' 33''$$

$$0.581298 \times 15.85 = 9.213573 \Rightarrow 9^\circ 12' 49''$$

ABSCISA	LONGITUD/ CURVA	∠ DEFLEXION PARCIAL	∠ DEFLEXION ACUMULADO
PC 2+355.64	0	0	0
2+360	4.36	2° 32' 5"	2° 32' 5"
2+380	20	11° 37' 33"	14° 9' 38"
2+400	20	11° 37' 33"	25° 47' 11"
PT 2+415.85	15.85	9° 12' 49"	34° 00' 00"
LC	60.21		

Se recomienda que se replantee la curva cada 20m

	ABSCISA	CARRIL INTERIOR	CARRIL EXTERIOR	DER	IZQ
A	2+285.44	- 3	- 3		
	2+300.00	+1.17	-1.17		
B	2+309.37	0	- 3		
	2+320.00	+1.33	-1.33		
C	2+333.3	+ 3	- 3		
	2+340.00	+3.83	-3.83		
PC	2+355.64	+ 5.8	- 5.8		
D	2+360	+ 6.34	- 6.34		
	2+378.77	+ 8.7	- 8.7		
	2+380.00	+8.7	-8.7		
D'	2+392.72	+ 8.7	- 8.7		
	2+400.00	+ 7.78	- 7.78		
PT	2+415.85	+ 5.80	- 5.80		
C'	2+420.00	+5.40	-5.40		
	2+438.19	+ 3	- 3		
B'	2+440.00	+2.77	-2.77		
	2+462.12	0	- 3		
A'	2+480.00	-2.24	-2.24		
	2+486.05	-3	-3		

**Vc = velocidad de circulación**

$$V_c = 0.8V_d + 6.5 = 0.8(40) + 6.5$$

$$V_c = 38.5 \text{ km/h}$$

**Fricción longitudinal**

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} = \frac{1.15}{38.5^{0.3}} = 0.38$$

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA**

$$DVP = 0.7V_c + \frac{V_c^2}{254 * (f + g)} = 0.7(38.5) + \frac{(38.5)^2}{254 * (0.38 + 0.03)} =$$

$$DVP = 0.7 * (38.5) + 14.23 =$$

$$DVP = 41.18 \text{ m}$$

**RADIO AL EJE DEL CARRIL INTERIOR**

$$R'' = R_d - (a/4)$$

$$R'' = 50 - (7.5/4)$$

$$R'' = 48.12 \text{ m}$$

m = penalización que restringe la ubicación de vivienda con respecto al eje del carril interior de una curva

$$m = R \left( 1 - \cos \frac{28.65 DVP}{R} \right) = 48.12 \left( 1 - \cos \frac{28.65 * 41.18}{50} \right) =$$

$$m = 48.12 (1 - 0.91)$$

$$m = 4.02 \text{ m}$$

### Formulas

Coeficiente de fricción transversal

$$f = 0.19 - 0.000626(Vd)$$

$$R_{\min} = Vd^2 / 127(e + f)$$

TANGENTE

$$T = R \cdot \frac{\text{Tang } \alpha}{2}$$

LONGITUD / CURVA

$$LC = \frac{(\pi \cdot R \cdot \alpha)}{180}$$

LONGITUD / CUERDA

$$l_c = 2 R \frac{\text{sen } \alpha}{2}$$

EXTERNAL

$$E = R \left( \text{Sec } \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

FLECHA

$$f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

**Punto de inicio de la curva**

$$PC = PI - T$$

**Punto final de la curva**

$$PT = PC + LC$$

**TRANSCISION DEL PERALTE**

$$e = \frac{Vd^2}{127 \times r \text{ diseño}} - f$$

$$L = e \cdot a / 2 \cdot i$$

$$X = p \cdot a / 2 \cdot i$$

$$A = Pc - 2/3L - X$$

$$B = Pc - 2/3L$$

$$C = Pc - 2/3L + X$$

$$D = Pc + 1/3L$$

$$A' = Pt + 2/3L + X$$

$$B' = Pt + 2/3L$$

$$C' = Pt + 2/3L - X$$

$$D' = Pt - 1/3L$$

### Deflexion Parcial

$$\frac{\alpha}{2}$$
$$\frac{\alpha}{Lc}$$

### Velocidad de Circulacion

$$Vc = 0.8Vd + 6.5$$

$$f = \frac{1.15}{Vc^{0.3}}$$

### Distancia de Visibilidad de Parada

$$DVP = 0.7Vc + \frac{Vc^2}{254 * (f + g)}$$

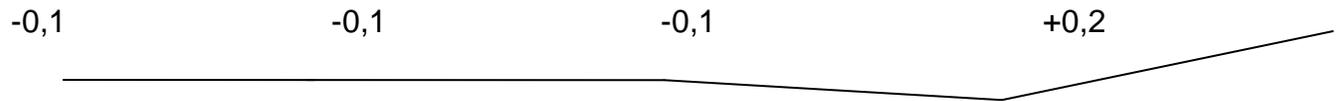
### Radio

$$R'' = Rd - (a/4)$$

$$m = R'' \left( 1 - \cos \frac{28.65 DVP}{Rd} \right)$$

### 3.4.3 CURVA VERTICAL

En curva vertical no se diseña debido a las pendientes que tiene el perfil longitudinal, la suma y resta de las gradientes no llegan a ser mayor o igual a 0,5%, la cual exige la norma, a su vez tampoco existe curva cóncava y convexa, en el siguiente gráfico representaremos las pendientes:



$$A = -0,1 - (+0,2)$$

$$A = -0,3\%$$

$$A \leq 0,5\% \text{ NO SE DISEÑA}$$

### **3.4.4 ESTUDIO DE SUELO**

#### **ENSAYO # 1**

#### **GRANULOMETRIA**

##### **OBJETIVO**

En la ingeniería es universalmente acostumbrado el análisis granulométrico. Siendo este, una importante parte de los criterios de aceptación de suelos para las distantes obras civiles (carreteras, presas, diques, etc.)

En el ensayo se busca determinar el tipo de suelo que es el de acuerdo a los regímenes SUCS Y AASHTO. Para ello se debe tamizar la muestra y determinar el porcentaje de suelo que se tiene en cada tamiz. La clasificación se la complementa con los límites de Atterberg del ensayo # 2.

##### **MATERIALES:**

- 1.Lona
- 2.Jalones
- 3.Palas
- 4.Juego completo de tamices
- 5.Taras
- 6.Balanza de Sensibilidad
- 7.Tamizadora
- 8.Horno

##### **PROCEDIMIENTO**

- 1.Se recoge una porción representativa del material y se lo cuarteo hasta obtener una muestra homogénea. El cuarteo consiste en extender el material sobre una lona, y con ayuda de los jalones separar el material en 4

partes, de los cuales se eligen 2, y eliminan 2. Si la muestra no se ve homogénea se prosigue a cuartear otra vez.

2. Una vez cuarteado se toma una muestra (5000 gr.) se la pesa y se anota su peso húmedo más tara.
3. Luego se procede a lavar el material, el lavado consiste en colocar la muestra sobre el tamiz # 200 y limpiar hasta que el agua atraviese limpia. Como el tamiz #200 es de extrema sensibilidad se lo protege con otros tamices (#100, #40).
4. Una vez limpio el material se lo coloca en un recipiente para que repose y todas las partículas suspendidas se asienten. Luego de que esto suceda se procede a botar el agua.
5. Terminado esto se procede a insertar la muestra en el horno para su secado.
6. Después de que la muestra este seca (24 h en el horno) se avanza con el tamizado. Se apilan los tamices que se quieren usar y se vierte el material, luego se lo coloca en la tamizadora. Se debe tener cuidado con no saturar los tamices, es decir verter mucha muestra y tapar todos los poros, evitando así, que el material pase. En nuestro caso en particular se hicieron dos grupos de tamices. El primer 3" a  $\frac{1}{2}$ . Y la segunda  $\frac{3}{8}$  hasta el fondo.
7. El porcentaje de material retenido en cada tamiz es pesado y anotado. La suma de los retenidos en cada porción sumados dan el retenido de cada tamiz (la suma de los retenidos se da porque se tamizo por partes)
8. El material es separado en fundas de acuerdo al tamaño.
9. Con el valor de todos los retenidos se procede a realizar la tabla granulométrica. (adjunta)
10. Con los valores de la tabla se realiza la curva granulométrica.

## **ENSAYO #2**

### **LIMITES DE ATTERBERG: LÍQUIDO Y PLASTICO**

#### **Objetivo**

Los límites líquidos y plásticos son solo dos de los “límites” propuestos por el científico sueco A. Atterberg. Los límites líquidos y plásticos han sido ampliamente utilizados en todas las regiones del mundo, con objetivo de identificación y clasificación de suelos. El límite líquido puede utilizarse para estimar problemas de consolidación y ambos son algunas veces útiles para predecir la máxima compactación.

El objetivo con este ensayo es aprender a realizar los ensayos y que estos a su vez nos ayuden a clasificar el suelo fino que se encuentra en la muestra.

#### **MATERIALES**

1. Cuchara de Casagrande con ranurador plano triangular
2. Taras (pequeñas)
3. Balanza
4. Vasija de porcelana
5. Espátula
6. Tamiz #40
7. Tamizadora
8. Horno
9. Placa de vidrio

#### **PROCEDIMIENTO**

##### **LIMITE LÍQUIDO**

1. Se toma una muestra del pasante del tamiz #40

2. Se la coloca en la porcelana y se le agrega una cantidad de agua hasta que el suelo este en un punto de consistencia tal que se pueda estimar que tomara alrededor de 50 golpes para cerrar la ranura hecha por la herramienta de Casagrande.
3. Cuando se tenga esta consistencia de material homogénea y de un color uniforme se debe separar unos 20 gr. de la muestra y se la separa para luego usarla en el límite plástico.
4. Se continua con el ensayo de limite liquido se le agrega un poco mas de agua como para lograr un cierre entre 30 – 40 golpes.
5. Una vez que la masa tenga una consistencia adecuada se la debe colocar en la cuchara de Casagrande. Se debe tener cuidado en la calibración de la misma (1 cm de altura de caída) y en la velocidad de los golpes (2 por segundo)
6. Una vez que se contabilicen los golpes se toma una muestra del material utilizado, preferentemente del centro. Después, se agrega más agua y se repite el proceso hasta haber conseguido al menos 2 golpes antes y 2 golpes después de 25.
7. Las muestras se ponen en una tara, las cuales deben ser pesadas inmediatamente o cubiertas con el fin de que no pierdan humedad.
8. Después de pesar y anotar los pesos correspondientes a cada tara se las coloca en el horno con el fin de eliminar la humedad y así determinar el límite líquido, el cual se obtiene de la gráfica que proporcionan w% vs. Golpes.

### **LIMITE PLASTICO**

1. Se toma el material separado y se lo divide en varias porciones.
2. Se enrolla el suelo con la mano extendida sobre una placa de vidrio con presión suficiente para moldearlo en forma de cilindro de diámetro 3 mm. El

proceso se debe repetir hasta que el cilindro empiece a exhibir fisuras o se quiebre.

3. Cuando esto suceda se lo coloca en una tara y se lo pesa, o bien se lo coloca una tapa para que no pierda humedad en caso de que se lo vaya a pesar luego.
4. Con otra parte del material se realizan pequeños cubos de 1 cm de arista.
5. Los cubos se pesan y luego, junto con los rollitos de 3mm de diámetro se colocan al horno con el fin de determinar su humedad. El promedio de la humedad será el límite plástico.

## ENSAYO #3

### GRAVEDAD ESPECÍFICAS: GRAVAS, ARENAS Y SUELOS FINOS

#### OBJETIVO

La gravedad específica para un suelo, se toma como el valor promedio de todos los granos de suelo. El valor de la gravedad específica es necesario para calcular la razón de vacíos del suelo. La gravedad específica es la relación entre la densidad del suelo y la del agua en condiciones normales.

En este ensayo se busca encontrar las gravedades específicas para los distintos tipos de suelos y a partir de ellos encontrar las relaciones fundamentales.

#### MATERIALES

1. Probeta graduada 1000ml (grava)
2. Balanza
3. Tara
4. Horno
5. Cono de Abrahms (arena)
6. Picnómetro
7. Tubo de Chapman (arena)
8. Embudo (arena y suelo fino)
9. Vaso de precipitado de 400cc (suelo fino)
10. Estufa (suelo fino)
11. Glicerina (suelo fino)
12. Pipeta (suelo fino)
13. Piola (suelo fino)

## **PROCEDIMIENTO**

### **GRAVEDAD ESPECÍFICA EN GRAVAS**

1. Se seleccionan unas cuantas piedras de la muestra.
2. Se la satura durante 24h
3. Una vez saturadas, las piedras deben secarse superficialmente y se las pesa, así se obtiene el peso superficialmente seco de las gravas.
4. Lo siguiente debe ser introducirlas en la probeta graduada que debe contener 400 ml, se mide el volumen. El volumen desplazado es igual al volumen de las gravas (Arquímedes)
5. Se sacan las gravas y el material es colocado en el horno. Luego de 24h se obtiene su peso seco.
6. Con estos valores se procede a calcular la gravedad específica y las relaciones fundamentales.

### **3.5 DISEÑO DE PAVIMENTO**

En el diseño del proyecto de investigación “ESTUDIO Y DISEÑO INTEGRAL DE LA VIA EL PRADO – FLOR DE LA MARIA DEL CANTON DAULE, PROVINCIA DEL GUAYAS, se realizara el respectivo cálculo de diseño de pavimento los cuales están comprendido por sub-base, base y la carpeta de rodadura y esta a su vez esta soportada por un terraplén el cual debe ser estar debidamente compactado, alcanzando su máxima densidad, y poder resistir a las cargas a las que se verá sometida por el volumen de tráfico de acuerdo con el diseño.

Como base principal compensaremos con el cálculo de TPDA, el cual debe de estar calculado para vehículos livianos y vehículos pesados, para este diseño se utilizara un tiempo de vida útil de 20 años.

En el recinto FLOR DE LA MARIA las épocas de cosecha aumenta el número de tráfico de vehículos pesados es por eso que en nuestro cálculo se toma en consideración un porcentaje de esa clase de vehículo como son: buses, 2D-A y 3D

### **Cálculo para diseño de pavimento para vehículos livianos.**

Para el Cálculo del TPDA para todos los vehículos livianos realizaremos el siguiente método:

#### **TRAFICO PROYECTADO**

$$\mathbf{T.P = T.A * (1 + 0.04)^n}$$

$$\mathbf{T.P = 31 * (1 + 0.04)^{20}}$$

$$\mathbf{T.P = 67.92}$$

$$\mathbf{T.P = 68 Vehiculos}$$

#### **TRÁFICO GENERADO (T.G)**

$$\mathbf{T.G = 20\%(T.P)}$$

$$\mathbf{T.G = 20\%(68 Veh.)}$$

$$\mathbf{T.G = 14 Vehiculos}$$

#### **TRÁFICO POR DESARROLLO (T.D)**

$$T.D = 25\%(T.P)$$

$$T.D = 25\%(105 Veh.)$$

$$T.D = 17 Vehiculos$$

### TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (T.P.D.A)

$$T.P.D.A = T.P + T.G + T.D$$

$$T.P.D.A = 68 + 14 + 17$$

$$T.P.D.A = 99 Vehiculos$$

### FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE FACTORES EQUIVALENTES ( $E_{SAL'S}$ )

Para vehículos de ejes simples y de ruedas simples

$$F.e = \left(\frac{P}{5.50}\right)^{4.3}$$

Para vehículos de ejes simples y de ruedas dobles

$$F.e = \left(\frac{P}{8.16}\right)^{4.3}$$

Para vehículos de ejes tándem y de ruedas dobles

$$F.e = \left(\frac{P}{15.20}\right)^{4.3}$$

Para vehículos de ejes tridem y de ruedas dobles

$$F.e = \left(\frac{P}{22.00}\right)^{4.3}$$

Dónde:

P = Es el peso real por eje en toneladas.

Para este proyecto de diseño de vía se usaron los siguientes factores para los vehículos livianos:

$$F.e = \left( 99 \text{ Veh.} \times \left( \left( \frac{1}{5.50} \right)^{4.3} + 99 \text{ Veh.} \times \left( \frac{3}{5.50} \right)^{4.3} \right) \right) \div (99 \text{ Veh.})$$

$$F.e = 0.074$$

Una vez obtenido el resultado de (F.e) Factor de equivalencia, continuamos con el cálculo de los  $E_{\text{SALS}}$ , que es la acumulación de ejes equivalentes de 8,2 Tn a lo largo de la carretera en proyecto para el tráfico liviano, por medio del método en uso para el respectivo diseño del pavimento flexible, además de señalar que el método más utilizado es el de AASHTO

$$ESAL'S = 365 * F.e * T.P.D.A * \left( \frac{(1+i)^n - 1}{\ln(1+i)} \right)$$

$$ESAL'S = 365 * 0.0745 * 99 * \left( \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{\ln(1+0.04)} \right)$$

$$ESAL'S = 81,757.11$$

Con el resultado del cálculo de  $E_{\text{SALS}}$  pasamos a determinar el total de ejes de 8.2 Tn.  $W_{18}$ , a las cuales será sometida nuestra carretera, contamos con la fórmula del método AASHTO para su cálculo.

$$W_{18} = DD * DL * ESAL'S$$

En el cual:

**DD** = Es el factor de distribución direccional se aconseja de un 50% al 70%.

**DL** = Es el factor de distribución por carril.

Cantidad de carriles en cada sentido	Porcentaje de distribución en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o mas	50-75

Con todos los datos obtenidos podemos calcular el  $W_{18}$ , la cantidad de ejes a los que será sometida nuestra carretera por los vehículos livianos.

$$W_{18} = DD \times DL \times ESAL'S$$

$$W_{18} = 0.6 \times 1 \times 81,757.11$$

$$W_{18} = 49054.266$$

### **Cálculo para diseño de pavimento para vehículos pesados**

Para el Cálculo del TPDA para todos los vehículos livianos realizaremos el siguiente método:

#### **TRAFICO PROYECTADO**

$$T.P = T.A * (1 + 0.05)^n$$

$$T.P = 7 * (1 + 0.05)^{20}$$

$$T.P = 18.57$$

$$T.P = 19 \text{ Vehiculos}$$

#### **TRÁFICO GENERADO – T.G.**

$$T.G = 20\%(T.P)$$

$$T.G = 20\%(19 \text{ Veh.})$$

$$T.G = 4 \text{ Vehiculos}$$

### **TRÁFICO POR DESARROLLO - T.D.**

$$T.D = 25\%(T.P)$$

$$T.D = 25\%(40 \text{ Veh.})$$

$$T.D = 5 \text{ Vehiculos}$$

### **TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL: (T.P.D.A)**

$$T.P.D.A = T.P + T.G + T.D$$

$$T.P.D.A = 19 + 4 + 5$$

$$T.P.D.A = 28 \text{ Vehiculos}$$

### **FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE FACTORES EQUIVALENTES ( $E_{SAL'S}$ )**

Para vehículos de ejes simples y de ruedas simples

$$F.e = \left(\frac{P}{5.50}\right)^{4.3}$$

Para vehículos de ejes simples y de ruedas dobles

$$F.e = \left(\frac{P}{8.16}\right)^{4.3}$$

Para vehículos de ejes tándem y de ruedas dobles

$$F. e = \left( \frac{P}{15.20} \right)^{4.3}$$

Para vehículos de ejes tridem y de ruedas dobles

$$F. e = \left( \frac{P}{22.00} \right)^{4.3}$$

Dónde:

P = Es el peso real por eje en toneladas.

28 vehículos x (56%) = 15 vehículos (tipo Bus) = ⊗6 Tn ⊗12 Tn

28 vehículos x (27%) = 8 vehículos (tipo 2DA) = ⊗2.5 Tn ⊗7 Tn

28 vehículos x (17%) = 5 vehículos (tipo 3D) = ⊗6 Tn ⊗⊗20 Tn

**Para este proyecto de diseño de carretera se utilizaron los siguientes factores de para los vehículos livianos.**

$$F. e = \left( 8 \text{ Veh.} \times \left( \frac{2.5}{5.50} \right)^{4.3} + 20 \left( \frac{6}{5.50} \right)^{4.3} + 8 \left( \frac{7}{8.16} \right)^{4.3} + 15 \left( \frac{12}{8.16} \right)^{4.3} + 5 \left( \frac{20}{15.2} \right)^{4.3} \right) \div (28 \text{ Veh.})$$

$$F. e = 4.59$$

Una vez obtenido el resultado de (F.e) Factor de equivalencia, continuamos con el cálculo de los **E<sub>sals</sub>**, que es la acumulación de ejes equivalentes de 8,2 Tn a lo largo de la carretera en proyecto para el tráfico liviano, por medio

del método en uso para el respectivo diseño del pavimento flexible, además de señalar que el método más utilizado es el de AASHTO.

$$ESAL'S = 365 * F.e * T.P.D.A * \left( \frac{(1+i)^n - 1}{\ln(1+i)} \right)$$

$$ESAL'S = 365 * 4.59 * 28 * \left( \frac{(1+0.05)^{20} - 1}{\ln(1+0.05)} \right)$$

$$ESAL'S = 1,589,579.908$$

Con los resultados obtenidos de equivalencia en los vehículos livianos y los vehículos pesados, obtendremos mediante la suma de los dos valores el valor total de  $E_{SAL'S}$ , siendo este la representación de los ejes de 8.2 Tn. Que utilizaran la carretera en proyecto.

$$ESAL'S = ESAL'S \text{ de Veh. Livianos} + ESAL'S \text{ de Veh. pesados}$$

$$ESAL'S = 81,757.11 + 1,589,579.908$$

$$ESAL'S = 1.67 \times 10^6$$

Con el resultado del cálculo de  $E_{SAL'S}$  total calcularemos W18, el total de ejes que van a recorrer por la carretera en proyecto.

$$W18 = DD \times DL \times ESAL'S$$

$$W18 = 0.6 * 1 * 1,671,337.018$$

$$W18 = 1,002,802.211$$

$$W18 = 1.003 \times 10^6$$

## Diseño de espesores de capas para pavimento flexible

### Cálculo del Módulo Resiliente "M<sub>r</sub>".

Dentro del método de la AASHTO de 1993, el módulo de resiliencia reemplaza al CBR como variable para determinar todas las capas, como son la sub-rasante, el material de sub-base y la base, es considerado como la medida de la propiedad elástica en los suelos, es por eso que para mucho es conocido como módulo elástico.

La particularidad de este método, es que señala las propiedades de los materiales de la sub-rasante que es la capa de material sobre el cual será apoyado el pavimento flexible de nuestro proyecto.

Si el CBR es **menor al 10%**

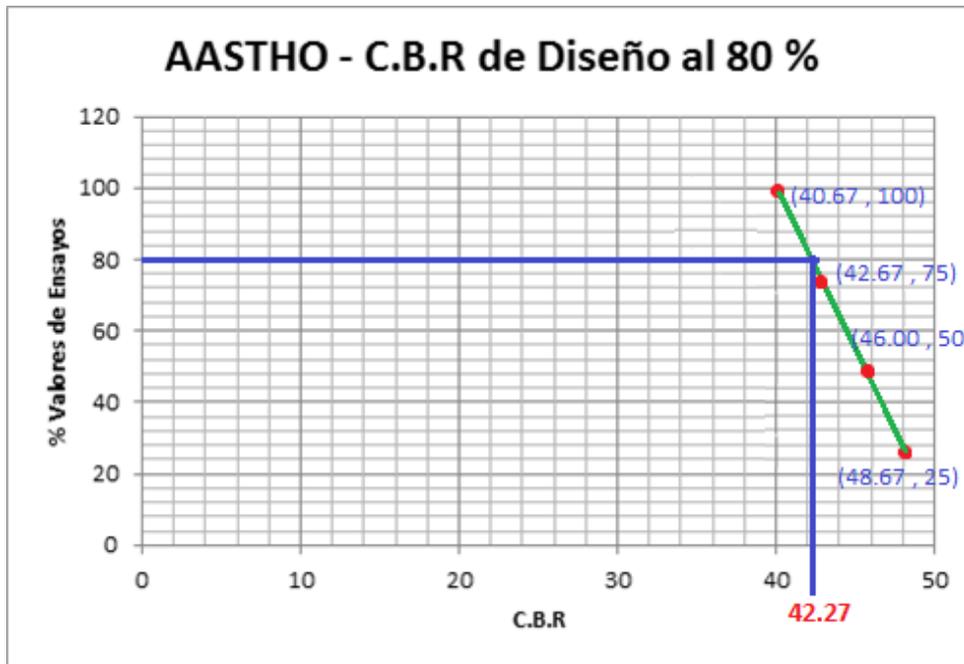
$$M_r = 1500 \times \text{CBR}(\text{psi})$$

Si el CBR es **mayor al 10% y menor al 20%**

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

Si el CBR es **mayor al 20%**

$$M_r = 4326 \times \ln \text{CBR} + 241(\text{psi})$$



$$M_r = 4326 \times \ln(\text{CBR} + 241) (\text{psi})$$

$$M_r = 4326 \times \ln(42.27 + 241) (\text{psi})$$

$$M_r = 24,426.33 (\text{psi})$$

$$M_r = 24.43 (\text{Ksi})$$

Los valor que debemos tener en consideración para este diseño de pavimento flexible, tenemos la desviación estándar "S0", los factores de Confiabilidad y perdida o diferencia de serviciabilidad inicial y final "ΔPSI", para esto emplearemos el manual de la AASHTO.

### La Desviación Estándar "S0".

En el proyecto que estamos realizando el valor de la desviación estándar que utilizaremos según la tabla de la AASHTO es de 49%, por ser variable en la predicción del comportamiento de pavimento con errores en el tránsito, y ser pavimento flexible.

$$S0 = 49\%$$

CONDICIONES DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR
Variaciones en la predicción del comportamiento del pavimento con error en el tránsito.	0,49
Variaciones en la predicción del comportamiento del pavimento sin error en el tránsito.	0,44

### La Confiabilidad del diseño "R%".

Con la norma AASHTO podemos determinar cuál sería la probabilidad que la estructura que forma el pavimento de nuestro proyecto con su función dentro del tiempo de utilidad de la carretera, muchas veces la duda nos invade en base a los factores de seguridad que se puede ir acogiendo a la experiencia obtenida.

Para nuestro diseño el valor que asumiremos de la confiabilidad de diseño "R%", será el valor del 80% que es nivel aconsejado por la AASHTO.

$$R\% = 80\%$$

<b>Niveles de Confiabilidad "R%"</b>	
<b>Tipo de Carretera</b>	<b>Confiabilidad recomendada</b>
Carreteras Interestatales y Autopistas	80 - 99,9
Carreteras Principales	75 - 95
Carreteras secundarias	75 - 95
Carreteras Rurales	50 - 90

### **La Pérdida o Diferencia de Serviciabilidad inicial y final " $\Delta$ PSI".**

Es la capacidad que tiene en pavimento para dotar de un sistema seguro y como para los usuarios, para precisar el valor de "PSI" tenemos una tabla, en la que se agrupa entre un rango de 0 a 5, el cual se detalla a continuación:

<b>PSI</b>	<b>CONDICIÓN</b>
0 a 1	Muy Pobre
1 a 2	Pobre
2 a 3	Regular
3 a 4	Buena
4 a 5	Muy Buena

### **El índice de servicio Inicial "Po".**

Este índice es que tendrá la carretera al inicio de su servicio, de acuerdo a las normas AASHTO, para pavimentos flexibles el índice Po es igual a 4.2 y en casos de pavimentos rígidos el índice Po es de 4.5.

### **El índice de servicio Final "Pt".**

Este índice es el más bajo que puede tolerarse en un pavimento, luego de esto sería necesario reconstruir o rehabilitarlo, según la norma AASHTO se estable el valor de índice Pt de 2.0 para carreteras menores y un índice Pt de 2.5 y más para vías de mayor importancia.

### **La Pérdida de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)**

El índice de serviciabilidad es de 2 a 3, para este proyecto se calculara mediante la siguiente formula que nos ofrece la AASHTO.

$$P_o = 4.2$$

$$P_t = 2$$

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

### **Determinar el Número Estructural "S<sub>n</sub>"**

Para continuar con el diseño de pavimentos de acuerdo al método AASHTO, para pavimentos flexibles debemos determinar el Número Estructural utilizando el ábaco de la AASHTO (Guide for Design of Pavement Structure de 1993.

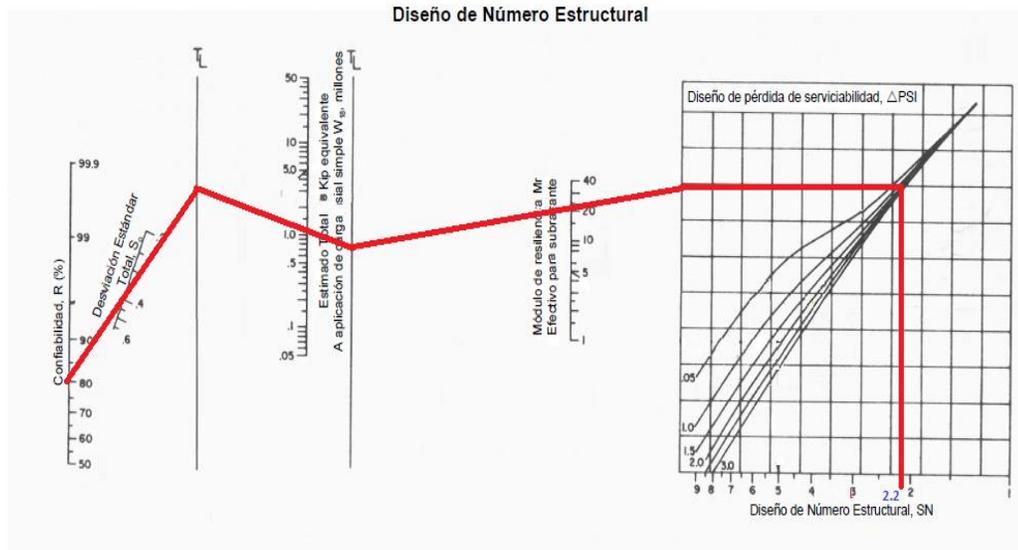
$$W_{18} = 1.003 \times 10^6$$

$$M_r = 24.43 \text{ (Ksi)}$$

$$R\% = 80\%$$

$$S_0 = 49\%$$

$$\Delta PSI = 2.2$$



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

Al realizar la implantación de los valores en el ábaco o nomograma y se registra los siguientes parámetros y como resultado el Numero Estructural:

$$S_n = 2.2$$

### Determinación de Espesores de Capas del Pavimento Flexible.

Para el respectivo cálculo de espesor para cada una de las capas, se lo realiza con la igualdad de la Ecuación de Comprobación, luego se haber determinado nuestro \$S\_n\$ de 2.2, la fórmula es la siguiente:

$$S_n = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3 + a_4D_4m_4$$

En el cual:

**a1, a2, a3, a4:**

Son cada uno de los coeficientes de las capas; la carpeta de rodadura, mejoramiento, sub-base, base.

**D1, D2, D3, D4:**

Son cada uno de los espesores de las capas; la carpeta de rodadura, mejoramiento, sub-base, base.

**m2, m3, m4:**

Son cada uno de los coeficientes de drenaje para, mejoramiento, sub-base y base.

<b>CONSTANTE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES</b>				
<b>Componentes</b>	<b>Coficiente</b>			
	<i>a1</i>	<i>a2</i>	<i>a3</i>	<i>a4</i>
<b>Carpeta ASFALTICA</b>	0,173			
<b>Material Base</b>		0,055		
<b>Material Sub-Base</b>			0,043	
<b>Material debMejoramiento</b>				0,035

<b>ESPEORES MINIMOS DE PAVIMENTO ASFALTICO Y BASE (cm)</b>			
<i>ESAL'S</i>	<i>PAVIMENTO ASFALTICO</i>	<i>BASE</i>	<i>SUB- BASE</i>
	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>
<i>Menor a 50,000</i>	2.5	10	20
<i>50,000 a 150,000</i>	5	10	20
<i>150,000 a 500,000</i>	6.5	10	20
<i>500,001 a 2,000,00</i>	7.5	15	30
<i>2,000,001 a 7,000,000</i>	9	15	30
<i>mayor a 7,000,000</i>	10	15	30

<b>COEFICIENTES DE DRENAJE</b>	
<b>CALIDAD DE DRENAJE</b>	<b>COEFICIENTE</b>
<i>Excelente</i>	1,2
<i>Bueno</i>	1
<i>Regular</i>	0,8
<i>Pobre</i>	0,6
<i>Muy Pobre</i>	0,4

En nuestro diseño del pavimento flexible utilizamos el drenaje bueno el cual tiene como coeficiente  $m=1.00$ .

Las normas AASHTO indica un número de capas de acuerdo al CBR el tenemos a continuación:

<b>NUMERO DE CAPAS DE ACUERDO AL C.B.R.</b>	
<i>Rango de CBR%</i>	<i>Numero de Capas</i>
<i>C.B.R menor a 5%</i>	<i>4 Capas</i>
<i>C.B.R mayor a 5% y menor a 30%</i>	<i>3 Capas</i>
<i>C.B.R mayor a 30%</i>	<i>2 Capas</i>

Con referencia a la tabla de números de capas, nos corresponden diseñar DOS capas, porque el C.B.R de diseño obtenido de acuerdo a las muestras tomadas.

$$S_n = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2$$

$$D_2 = 15 \text{ cm}$$

$$a_1 = 0.17$$

$$a_2 = 0.055$$

#### **CALCULO DE CAPA D1**

$$2.20 = 0.173(D_1) + 0.055(15)(1)$$

$$2.20 = 0.173(D_1) + 0.83$$

$$D_1 = 7.92 \text{ cm}$$

De acuerdo con la tabla de espesores, el espesor mínimo de asfalto debe de ser de 7.5 cm para este caso nuestro diseño de pavimento flexible debe de ser de 7.5 m de espesor:

$$D1 = 7.50\text{cm}$$

### **CALCULO DE CAPA D2**

$$2.20 = 0.173(7.50) + 0.055(D2)(1)$$

$$2.20 = 1.37 + 0.055(D2)$$

$$D2 = 15.09\text{cm}$$

De acuerdo con la tabla de espesores, el espesor mínimo de la capa de base debe de ser de 15cm, don los cálculos realizados el espesor es de 12.00cm y para este caso nuestra capa de base debe de ser de 15.00m de espesor:

$$D2 = 15.09\text{cm}$$

### **3.6 DISEÑO DE DRENAJE**

#### **ALCANTARILLAS**

Al comienzo de todo diseño de alcantarilla, lo primordial es realizar una evaluación del sistema actual de drenaje, las cota más altas del terreno de las cuales serán provenientes las aguas de las precipitaciones en épocas invernales, ser el caudal al que será sometida nuestra carretera.

Para nuestro diseño de acuerdo a las normas de (MTO) y bajo la revisión topográfica, ya que la vía cuenta con canal a uno de sus costados, colocaremos alcantarillado en los puntos donde el terreno del otro costado de la vía sea más bajo, las cuales se encuentran localizadas en las abscisas:

1. (1+750)
2. (2+140)

Como datos necesarios para el cálculo debemos conocer:

- El área de aportación de agua.
- Cuál sería la precipitación máxima de la zona.
- La intensidad de las precipitaciones en el sector.

Adicional debe calcular el coeficiente de escurrimiento el cual será encontrado por medio de una suma de varios coeficientes de escurrimientos vinculados al tipo de terreno, y el uso al que se esté sometiendo el suelo, de los cuales podemos encontrar:

- $C = 0.30$  Para terreno con topografía plana.
- $C = 0.20$  Para suelo Limoso – Arcilloso.
- $C = 0.10$  para suelos vegetales – Terrenos Cultivados.

Para determinar la intensidad se deberá encontrar la longitud de descarga, el periodo de retorno, altura del desnivel, tiempos de duración, tiempos de concentración:

Dónde:

- $L$  = La longitud del Cauce.
- $H$  = Es el desnivel.
- $C$  = El coeficiente de escorrentía.
- $A$  = El área de Aportación.

### 3.6.1 DISEÑO DE ALCANTARILLA # 1

**DENTRO DE LA ABSCISA: 1+760.**

$L = 1200$ metros	$C = 0.10$
$H = 2.00$	$A = 35.10$ ha

## TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

$$T_c = 0.954 \left( \frac{Lc^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 0.954 \left( \frac{1.20^3}{2.00} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 0.90h$$

$$e = 0.20 (T_c) (60)$$

$$e = 0.20 (0.90) (60)$$

$$e = 10.80$$

## CALCULO DE INTENSIDAD

$$I = \frac{112 (Tr)^{0.151}}{(e)^{0.275}} * P_{max}$$

$$I = \frac{112 (20)^{0.151}}{(10.80)^{0.275}} * 1.60$$

$$I = 146.42 \text{ mm/h}$$

## CÁLCULO DE CAUDAL

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

$$Q = \frac{(0.20)(141.97)(35.10)}{360}$$

$$Q = 2.53 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Ø DE TUBERÍA DE LA ALCANTARILLA.

$$D = 36'' \times 0.0254$$

$$D = 0.91 \text{ metros}$$

### CÁLCULO DE RADIO HIDRÁULICO.

$$R_h = 1.22 \left( \frac{0.91}{4} \right)$$

$$R_h = 0.27 \text{ metro}$$

$\frac{Y}{D}$ ; trabajará la tubería a un 80% del llenado.

$\frac{a}{A} = 0.87$ ; La relación según los ábacos para drenaje de carretera.

$\frac{r}{R} = 1.22$ ; La relación según los ábacos para drenaje de carretera.

### CÁLCULO DE ÁREA HIDRÁULICA.

$$\frac{a}{A} = 0.87$$

$$\frac{a}{A} = 0.87$$

$$a = (0.87 \text{ m})(0.91 \text{ m})$$

$$a = 0.79 \text{ m}^2$$

### CÁLCULO DE LA VELOCIDAD.

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

$$V = \frac{1}{0.013} (0.27)^{\frac{2}{3}} (0.025)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 5.08 \text{ m/s}$$

### CÁLCULO DE CAUDAL.

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = (5.08 \text{ m/s}) (0.79 \text{ m}^2)$$

$$Q = 4.01 \text{ m}^3/\text{s} > 2.53 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3.6.2 DISEÑO DE ALCANTARILLA # 2

#### DENTRO DE LA ABSCISA: 2+140.

$$L = 800 \text{ metros}$$

$$C = 0.10$$

$$H = 2.10$$

$$A = 29.00 \text{ ha}$$

## TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

$$T_c = 0.954 \left( \frac{Lc^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 0.954 \left( \frac{0.8^3}{2.10} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 0.55h$$

$$e = 0.20 (T_c) (60)$$

$$e = 0.20 (0.55) (60)$$

$$e = 6.60$$

## CALCULO DE INTENSIDAD

$$I = \frac{112 (Tr)^{0.151}}{(e)^{0.275}} * P_{max}$$

$$I = \frac{112 (20)^{0.151}}{(6.60)^{0.275}} * 1.60$$

$$I = 167.66 \text{ mm/h}$$

## CÁLCULO DE CAUDAL

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

$$Q = \frac{(0.20)(167.66)(29.00)}{360}$$

$$Q = 2.70 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Ø DE TUBERÍA DE LA ALCANTARILLA.**

$$D = 36'' \times 0.0254$$

$$D = 0.91 \text{ metros}$$

**CÁLCULO DE RADIO HIDRÁULICO.**

$$R_h = 1.22 \left( \frac{0.91}{4} \right)$$

$$R_h = 0.27 \text{ metro}$$

$\frac{Y}{D}$ ; trabajará la tubería a un 80% del llenado.

$\frac{a}{A} = 0.87$ ; La relación según los ábacos para drenaje carretera.

$\frac{r}{R} = 1.22$ ; La relación según los ábacos para drenaje carretera.

**CÁLCULO DE ÁREA HIDRÁULICA.**

$$\frac{a}{A} = 0.87$$

$$\frac{a}{A} = 0.87$$

$$a = (0.87 \text{ m})(0.91 \text{ m})$$

$$a = 0.79 \text{ m}^2$$

### **CÁLCULO DE LA VELOCIDAD.**

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

$$V = \frac{1}{0.013} (0.27)^{\frac{2}{3}} (0.025)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 5.08 \text{m/s}$$

### **CÁLCULO DE CAUDAL.**

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = (5.08 \text{m/s}) (0.79 \text{m}^2)$$

$$Q = 4.01 \text{m}^3/\text{s} > 2.70 \text{m}^3/\text{s}$$

### **3.7 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

El proyecto en estudio es el ESTUDIO Y DISEÑO INTEGRAL DE LA CARRETERA EL PRADO – FLOR DE LA MARIA UBICADA EN EL CANTON DAULE, PROVINCIA DEL GUAYAS, donde el proyecto incluye el diseño, la operación y mantenimiento considerado en su futura construcción. El medio natural de la misma posee la intersección de áreas levemente intervenidas, si bien en el área de influencia indirecta se encuentran potreros y sembradíos; la fauna es escasa y consiste en aquella típica de áreas semi- rurales a urbanas y que se ha acostumbrado a la presencia humana (roedores, aves, insectos), y

animales domésticos. Son terrenos planos que presentan ciertos desniveles a los costados de la vía. En cuanto al medio humano, la densidad de ocupación es baja a media. Ante esta situación se considera hacer un estudio de impacto ambiental acorde a los posibles impactos positivos y negativos que se suscitan en el desarrollo de estudio, diseño la carreta en cuestión.

Metodológicamente, la idea central de este trabajo apunta a proponer medidas ambientales que permitan mitigar los impactos negativos dentro del proyecto de carretera denominado “Estudio y diseño de la carretera EL PRADO –FLOR DE LA MARIA” ,a fin de evitar daños a los recursos naturales, para ello será necesario establecer que el EIA tenga un alcance crítico para desarrollar actividades en pro del proyecto en estudio, por ello se requerirá conocer las características del medio físico, biótico y humano, tarea desarrollada en el capítulo diagnóstico del medio físico, seguidamente caracterizar el proyecto con adecuaciones ecológicas, e identificar qué acciones son las que causan impacto, y cuáles son los factores ambientales que se ven afectados por estas.

Se identificarán los impactos ambientales actuales y potenciales sobre los recursos o elementos medio-ambientales, para seguidamente priorizar las medidas ambientales de control-monitoreo y mitigación.

Además la implementación y desarrollo de varias medidas de protección y prevención así como el Plan de Manejo Ambiental.

Las conclusiones y recomendaciones de mayor interés en lenguaje no técnico, de libre acceso para todos aquellos que se hallen inmiscuidos en el proyecto.

ESTUDIO Y DISEÑO INTEGRAL DE LA CARRETERA EL PRADO –  
FLOR DE LA MARIA UBICADA EN EL CANTON DAULE PROVINCIA  
DEL GUAYAS

## **Presentación del Estudio de impacto ambiental**

### **Antecedentes**

ESTUDIO Y DISEÑO DE LA CARRETERA EL PRADO – FLOR DE LA MARIA del Cantón Daule cuenta con un área total de 110 hectáreas con una gran proyección de desarrollo vial.

La Longitud de vía en estudio de 2.52 km

- ✓ Norte: FLOR DE LA MARIA;
- ✓ Sur: hacienda pedregal;
- ✓ Este :rio pula; y ,
- ✓ Oeste: vía perimetral

Se realizará el Estudio de Impacto Ambiental con lo cual permitirá establecer las condiciones actuales y futuras de la vía, identificando, prediciendo y evaluando los impactos ambientales generados con las actividades constructivas y de operación, y sus afectaciones en los componentes ambientales (físicos, bióticos y socioeconómicos).

Esto tiene como fin prevenir, corregir, mitigar y compensar los potenciales impactos ambientales en todas las fases del proyecto

### **Objeto del estudio ambiental Objetivo General:**

Realizar el Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental ESTUDIO Y DISEÑO INTEGRAL DE LA CARRETERA EL PRADO – FLOR DE LA MARIA del Cantón Daule UBICADA EN EL CANTON DAULE PROVINCIA DEL GUAYAS, para asegurar que el desarrollo de las actividades previstas sean ambientalmente viables y sustentables en el corto, mediano y largo plazo, sin afectar al medio natural y social, mediante la indagación de campo desarrollar una descripción y

diagnóstico del medio físico, Biológico y Medio Sociocultural de la vía .

Entre los objetivos tenemos:

- ✓ Creación temporal de puestos de trabajos;
- ✓ Rápido acceso para los vehículos que circulan por el proyecto vial ;
- ✓ Dotación de sistema de iluminación en la zona del proyecto;
- ✓ Identificación y evaluación de los impactos positivos, negativos originados por las actividades de producción de la zona y condiciones físicas de la vía;
- ✓ Definir las medidas y acciones necesarias en las actividades de la obra para atenuar los Impactos negativos que se suscitasen en la fase de construcción y operación de la vía; y ,
- ✓ Elaborar el Plan de Manejo Ambiental para la prevención, corrección y mitigación de los Impacto Potenciales posibles por las actividades de la obra.

#### **Objetivos Específicos:**

- ✓ Identificar, evaluar, mitigar y compensar los componentes físicos, bióticos, abióticos, sociales, económicos y culturales de la zona de influencia;
- ✓ Determinar el área de influencia directa e indirecta; y ,
- ✓ Identificar y evaluar los impactos ambientales inherentes a las actividades del proyecto. La evaluación de los impactos ambientales será llevada a cabo a través de una valoración y de un indicador que permitirá determinar la magnitud e importancia de cada impacto. Así mismo determinar las acciones o medidas de prevención, control y mitigación ambiental Establecer un Plan de Manejo Ambiental de conformidad a los que establece la Legislación Ambiental. Formular el cronograma de medidas de mitigación y prevención encaminadas a minimizar los impactos potenciales sobre el ambiente circundante.

Aportar a la Gestión Ambiental del Cantón Guayaquil, con el objetivo de mantener un ambiente natural, sano y libre de contaminación, tal como lo establecen los preceptos constitucionales.

### **Línea base ambiental**

**Estudio del proyecto y su entorno:** El objeto de análisis de los aspectos físicos naturales es conocer las características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, edafológicas y geotécnicas del área para conocer las posibilidades para su densificación y ejecutarlas en condiciones favorables sin causar daño al medio físico.

**Ubicación geográfica.-** El Proyecto Estudio y diseño de la carretera Guarumal abajo-santa Lucia, se construirá en un terreno que tiene una superficie de 133 hectáreas, ubicado al:

- ✓ Norte: Guarumal central;
- ✓ Sur: hacienda pedregal;
- ✓ Este: rio pula; y ,{-}
- Oeste: vía perimetral Bypass

### **Caracterización del entorno físico**

El área de estudio comprende una zona relativamente llana; es importante considerar que mediante el estudio se considera importante crear nuevas fuentes de empleo, aprovechando y potenciando la naturaleza del sector de estudio. Tal enfoque permitirá promover la inversión atractiva extranjera y nacional para mejorar la economía.

### **Determinación del área de influencia**

**Área de influencia del proyecto.-** Se llamará Área de Influencia del Proyecto (AI) o directamente afectada (AP) al espacio geográfico que es ocupado en sí mismo. Para determinar el área total de influencia de un proyecto se debe tomar en cuenta la tridimensionalidad de los

impactos, cuando aplique. Es decir, se deberá considerar los impactos al subsuelo o ambiente subterráneo, así como al espacio aéreo en el área de influencia.

También deberá considerarse que los impactos culturales y sociales no necesariamente se circunscriben a los espacios físicos impactados.

Esto se debe considerar durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, incluyendo aquellas áreas que encuentran fuera de las vías, como son campamentos y áreas de almacenamiento de materiales e insumos. El área de influencia del Proyecto se divide en dos partes fundamentalmente: Área de Influencia Directa y Área de Influencia Indirecta.

**Área de influencia directa.-** El Área de Influencia directa (AID) corresponde a las porciones de espacio geográfico que reciben los impactos directos del proyecto, por lo general se limitará a la franja de aproximadamente 500 m de ancho en el lado este y oeste y 50m en los lados norte y sur del predio cercanos a la vía, esta franja está medida a partir del lindero de la propiedad o área del proyecto (AP), que rodea el perímetro del mismo. El área de influencia directa, se ha determinado que será sobre el entorno físico y social. En lo que se refiere a la influencia sobre el entorno físico, podemos decir que la zona en que se va a desarrollar el proyecto será la afectada. Para determinar el área de influencia directa se han considerado los siguientes factores:

Tráfico vehicular del área de estudio, congestionamientos debido a las acciones del proyecto, transporte de materiales, eliminación de escombros, movimiento de maquinaria, volquetas, camiones y otros. Cambios de direcciones de tráfico debido a la necesidad de uso de algunas vías importantes. Movimiento peatonal dentro de la zona de proyecto.

Perjuicio a la población por causa de la generación de ruido, emisiones atmosféricas, interrupciones de servicios básicos por acometidas

reparadas o nuevas instaladas.

**Área de influencia indirecta.-** Se denominará Área de Influencia Indirecta (AII) a las porciones del espacio geográfico que pueden recibir impactos de forma directa e indirecta, pero que no es inmediatamente adyacente al AP.

El área de Influencia Indirecta, fue determinada en aproximadamente 100m a partir del lindero del Área de Influencia Directa.

**Autoridad ambiental en Ecuador** Aplicar libro VI de la calidad ambiental **Generalidades:**

Estas Normas Técnicas serán en lo posterior actualizadas por la Autoridad Ambiental Nacional, siguiendo el procedimiento previsto en el presente Libro VI De la Calidad Ambiental. Sobre la base de informes y reportes que deberán elaborar las instituciones con competencia en materia de prevención y control de la contaminación ambiental, el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental armonizará los procedimientos que las entidades de este sistema apliquen, y los requisitos que soliciten, a fin de evitar la duplicación de trámites y etapas administrativas a los regulados ambientales.

Las entidades que conforman la Comisión Nacional de Coordinación del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental notificarán al Ministerio del Ambiente dentro de los 15 primeros días de cada año los nombres del representante titular y su respectivo suplente, que integrará esta Comisión.

Las entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental tendrán la obligación de informar al menos una vez por año al Ministerio del Ambiente sobre el número, identidad, área de trabajo, impactos ambientales y otros datos relevantes de los regulados ambientales de su jurisdicción, los planes locales, provinciales, sectoriales y de recurso para la prevención y control de la contaminación y su programación anual. El Ministerio del Ambiente podrá solicitar a

estas entidades informes específicos sobre cual quiera de los aspectos de la gestión ambiental que efectúan.

### **Disposiciones generales**

**Primera.-** Los términos del presente Libro VI De la Calidad Ambiental, se entenderán en su sentido natural, obvio y aplicable a las ciencias ambientales salvo en los casos de los términos contenidos en la Ley de Gestión Ambiental.

Las Normas Técnicas Ambientales para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental que se publican y que constan en los anexos del Libro VI de la Calidad Ambiental son:

- ✓ Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: recurso agua;
- ✓ Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados;
- ✓ Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión;
- ✓ Norma de Calidad Aire Ambiente;
- ✓ Límites Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y para Vibraciones; y ,
- ✓ Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No - peligrosos.

**Art. 111.- Objetivos de Calidad Ambiental.-** Las normas técnicas de calidad ambiental y de emisión y descarga guardarán concordancia con los planes de prevención y control de la contaminación, en los ámbitos local, provincial, sectorial o de gestión del recurso y con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental.

De acuerdo a los objetivos de calidad ambiental establecidos para la prevención y control de la contaminación ambiental, se dictará normas técnicas de emisión y descarga nacionales, regionales, provinciales o locales, sectoriales, o para ecosistemas o áreas naturales específicas compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos, o combinación de ellos.

**Art. 112.- Reautorización.-** Toda norma de calidad ambiental, y de emisión y descarga será revisada, al menos una vez cada cinco años. Sin embargo, en ningún caso una norma técnica podrá ser revisada antes del primer año de su vigencia.

**Art. 113.- Revisión de Normas Técnicas.-** Dentro del ámbito del presente Libro VI De la Calidad Ambiental, cualquier persona u organización de la sociedad civil podrá solicitar, mediante nota escrita dirigida al Ministerio del Ambiente y fundamentada en estudios científicos, económicos u otros de general reconocimiento, el inicio de un proceso de revisión de cualquier norma técnica ambiental.

## **Sección II**

### **Elaboración de las Normas de Calidad Ambiental**

#### **Art. 114.- Criterios para la Elaboración de Normas de Calidad Ambiental**

En la elaboración de una norma de calidad ambiental deberán considerarse, al menos, los siguientes criterios:

- a) La gravedad y la frecuencia del daño y de los efectos adversos observados;
- b) La cantidad de población y fragilidad del ambiente expuesto;

- c) La localización, abundancia, persistencia y origen del contaminante en el ambiente; y,
- d) La transformación ambiental o alteraciones metabólicas secundarias del contaminante.

**Art. 115.- Información Técnica que deben contener las Normas.-**

Toda norma de calidad ambiental señalará los valores de las concentraciones/niveles permisibles y períodos máximos o mínimos de elementos.

**Autoridad ambiental en el Ecuador El Ministerio del Ambiente.**

**Autoridad ambiental de aplicación (AAA):** Los Ministerios o Carteras de Estado, los órganos u organismos de la Función Ejecutiva, a los que por ley o acto normativo, se le hubiere transferido o delegado una competencia en materia ambiental en determinado sector de la actividad nacional o sobre determinado recurso natural; así como, todo órgano u organismo del régimen seccional autónomo al que se le hubiere transferido o delegado una o varias competencias en materia de gestión ambiental local o regional.

**Autoridad ambiental de aplicación responsable (AAAr):** Institución cuyo sistema de evaluación de impactos ambientales ha sido acreditado ante el Sistema Único de Manejo Ambiental y que por lo tanto lidera y coordina el proceso de evaluación de impactos ambientales, su aprobación y licenciamiento ambiental dentro del ámbito de sus competencias.

**Autoridad ambiental de aplicación cooperante (AAAc):** Institución que, sin necesidad de ser acreditado ante el Sistema Único de Manejo Ambiental, participa en el proceso de evaluación de impactos ambientales, emitiendo a la AAAr su informe o pronunciamiento dentro del ámbito de sus competencias.

**Art. 48. - Autoridad Ambiental Nacional.-** Para cumplir las competencias dispuestas en la Ley de Gestión Ambiental, el Ministerio del Ambiente ejercerá la autoridad ambiental nacional (AAN). En tal función esta entidad tendrá un rol rector, coordinador y regulador del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

**Art. 49. - Competencias de la Autoridad Ambiental Nacional.-** Sin perjuicio de las atribuciones previstas en la Ley de Gestión Ambiental y otros cuerpos legales, al Ministerio del Ambiente le corresponde:

- a) Cumplir y hacer cumplir lo dispuesto en el presente reglamento y sus normas técnicas;
- b) Levantar y actualizar un registro nacional de las entidades que forman parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental con competencia en materia de prevención y control de la contaminación;
- c) Recopilar y sistematizar la información relativa a prevención y control de la contaminación como instrumento de planificación, educación y control. Esta información será de carácter público y formará parte de la Red Nacional de Información Ambiental, la que tiene por objeto registrar, analizar, calificar, sintetizar y difundir la información ambiental nacional.

Esta información estará disponible en el portal de Internet de la Autoridad Ambiental Nacional y será actualizada al menos de manera anual en el primer trimestre de cada año. Además, esta información existirá impresa y fechada y será pública, como fe de la información que se ha publicado en el portal de Internet;

- a) Verificar que las instituciones que forman parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental con competencia en

prevención y control de la contaminación dispongan de los sistemas de control necesarios para exigir el cumplimiento del presente reglamento y sus normas técnicas;

- b) Determinar la eficacia de los sistemas de control con que cuentan las instituciones que forman parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental para la verificación del cumplimiento del presente reglamento y sus normas técnicas;
- a) Evaluar el cumplimiento de los Planes o Programas municipales, provinciales, por recurso y sectoriales para la prevención y control de la contaminación ambiental;
- b) Coadyuvar las acciones de la Contraloría General del Estado, tendientes a vigilar que la totalidad de los recursos recaudados por tasas y otros cargos ambientales, sean invertidos en prevención y control de la contaminación ambiental y conservación ambiental en la jurisdicción en la que fueron generados. El uso final de estos fondos, deberá ser informado a la comunidad;
- c) Iniciar las acciones administrativas y excitativas legales a que hubiere lugar en contra de aquellas instituciones del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental que no realizaren efectivamente el control ambiental que les corresponde en función de sus marcos regulatorios específicos y del presente reglamento;
- d) Establecer mecanismos para que la comunidad pueda exigir el cumplimiento del presente Título y sus normas técnicas;
- e) Capacitar a los municipios, consejos provinciales, corporaciones de desarrollo regional, las entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y a la sociedad civil en general, en la aplicación del presente Título y sus normas técnicas;
- f) Otras que le sean otorgadas por leyes y reglamentos.

**Art. 116.- Recopilación de Información Científica.-** Para la elaboración de las normas de calidad ambiental, el Ministerio del Ambiente recopilará los antecedentes y se encargará de la preparación de los estudios o investigaciones científicas, epidemiológicas, clínicas, toxicológicas y otros que sean necesarios, para establecer los niveles de seguridad ambiental para la sociedad y los ecosistemas.

Los estudios deberán efectuarse en coordinación con las entidades públicas, privadas o académicas que el Ministerio del Ambiente considere apropiadas, principalmente con la Autoridad Nacional del Recurso y la Autoridad Nacional de Salud.

En especial, estas investigaciones o estudios deberán:

- a) Identificar y caracterizar los elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos, o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población o el ambiente;
- b) Describir la distribución de las fuentes o actividades que potencialmente pueden causar contaminación en el país, identificando el nivel actual, natural o antropogénico, a que se refiere el literal a) del presente Artículo existente en los respectivos medios;
- c) Identificar y caracterizar la vulnerabilidad (física, ambiental, social, económica) y el riesgo a la vida humana, bienes, servicios y al ambiente en general.
- d) Recopilar la información disponible acerca de los efectos adversos producidos por la exposición o carencia en la población o el ambiente, tanto desde el punto de vista epidemiológico como toxicológico, del elemento en estudio a que se refiere el literal a) de este Artículo;
- e) Identificar las vías, fuentes, rutas, y medios de exposición o carencia;

- f) Describir los efectos independientes, aditivos, acumulativos, sinérgicos o inhibidores de los elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos, o combinación de ellos;
- g) Determinar la capacidad de asimilación y de auto depuración de los cuerpos receptores.
- h)

**Art. 117.- Normas Técnicas Especiales.-** De considerarlo necesario, la AAN expedirá, normas técnicas ambientales de calidad para agua, aire y suelo, en áreas naturales, protegidas o no, que por su fragilidad y exposición a contaminantes de cualquier tipo, requieran protección especial.

**Art. 118.- Monitoreo Ambiental.-** El cumplimiento de la norma de calidad ambiental deberá verificarse mediante el monitoreo ambiental respectivo por parte de la entidad ambiental de control. El incumplimiento de las normas de calidad ambiental para un recurso dará lugar a la revisión de las normas de descargas, emisiones o vertidos que se encuentren en vigencia y a la revisión del estado de cumplimiento de las regulaciones ambientales por parte de los regulados que afectan al recurso en cuestión, y de ser necesario a la expedición de una nueva norma técnica ambiental para emisiones, descargas o vertidos, conforme a los procedimientos descritos en el presente Libro VI De la Calidad Ambiental. Esta acción deberá ser prioridad de la Autoridad Ambiental Nacional.

**Art. 119.- Emergencia Ambiental.-** Toda norma de calidad ambiental deberá señalar los valores críticos que sea necesario observar para efectuar declaraciones de emergencia ambiental. Así mismo, las normas deberán señalar las metodologías de medición y control, las que corresponderán, en caso de existir, a aquellas elaboradas por el Instituto Nacional de Normalización Ecuatoriano (INEN). En caso de no existir

normas de medición y control a escala nacional deberán adoptarse normas internacionales tales como las de la Organización Mundial de la Salud, Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM) o la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA).

### **Ubicación del proyecto respecto a las áreas protegidas**

El proyecto Estudio y diseño de la carretera EL PRADO – FLOR DE LA MARIA es un proyecto ubicado en una zona con una cobertura vegetal de tamaño medio y se encuentra acompañada de una flora y fauna de muy poco riesgo de extinción.

**Certificado de intersección.-** El Certificado de Intersección es el documento que emite el Ministerio del Ambiente (MAE), mediante el cual se certifica que un proyecto intercepta o se sobrepone con un Área Protegida, perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques Protectores (BP) o Patrimonio Forestal del Estado (PFE), para lo cual el promotor o propietario del proyecto proporciona al MAE su ubicación exacta mediante coordenadas UTM. En el caso de que el proyecto intercepte con estas categorías de manejo, la Licencia Ambiental deberá ser tramitada y emitida por el Ministerio del Ambiente y las Autoridades Locales y Seccionales Acreditadas pasan a ser Autoridades Cooperantes. Otros proyectos que deberán ser tramitados en el MAE, a pesar de estar fuera del SNAP, Bosques Protectores y el PFE, son aquellos declarados de prioridad nacional, mega proyectos y los que se encuentran en la jurisdicción de un organismo sectorial o seccional que no ha sido acreditado. Proyectos o actividades que no intercepten con el SNAP, BP y PFE y no entren en la jurisdicción o campo de acción de una Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable, acreditada ante el SUMA, el proceso de

licenciamiento ambiental deberá ser realizado por el Ministerio del Ambiente. Se incluyen además proyectos declarados de Prioridad Nacional y Mega proyectos.

## Plano de ubicación del proyecto

### Carretera EL PRADO – FLOR DE LA MARIA del Cantón Daule



## Categorización del proyecto

### Determinación de la categoría de proyecto

El proponente del proyecto o actividad deberá presentar al Ministerio del Ambiente, junto con la solicitud del Certificado de Intersección, el formulario para la categorización del Proyecto, a fin de determinar la categoría a la cual pertenece dicho proyecto y el procedimiento para dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente.

La categorización del proyecto la realizará el Ministerio del Ambiente y

notificará al proponente sobre la categoría a la cual pertenece; estas categorías pueden ser:

**Categoría A.-** Proyectos Categoría A son aquellos que se ubican en zonas urbanas o muy intervenidas, en donde únicamente se encuentran especies silvestres comunes. El objetivo principal de estos proyectos es la recuperación ambiental, en estos no existe generación de desechos sólidos, descargas líquidas o emisiones a la atmósfera, por lo tanto no producen impactos ambientales y son socialmente aceptables; además no se encuentran en territorios indígenas ni en zonas arqueológicas importantes.

**Categoría B.-** Proyectos Categoría B.-Están ubicados en zonas con relictos de vegetación secundaria, con presencia de especies silvestres de tamaño medio y de menor riesgo, en armonía con el paisaje circundante. Para los proyectos de esta categoría se requiere la emisión de la Licencia Ambiental con la formulación de Términos de Referencia y Estudios de Impacto Ambiental con un alcance general.

**Categoría C.-** Proyectos Categoría C.- Se encuentran en zonas de bosque intervenido, bosque nativo o ecosistemas frágiles, en donde habitan especies de mayor tamaño, endémicas, en peligro de extinción o amenazadas.

En lo referente a la calidad del paisaje, este tipo de proyectos producirán una fuerte alteración paisajística, además producirán desechos (sólidos, líquidos y gases) comunes y peligrosos con impactos muy significativos lo cual requerirá la aplicación de medidas ambientales complejas para cumplir con los estándares de emisión al ambiente, estipulado en la Normativa Ambiental vigente.

Desde el punto de vista social, este tipo de proyectos generarán el rechazo y conflictividad con la comunidad, entre otros aspectos por los impactos que ocasiona y por encontrarse en territorios indígenas y ruinas arqueológicas importantes. Los proyectos que se encuentran dentro de Sistema Nacional de Áreas Protegidas SNAP son considerados dentro de

la Categoría requiere la emisión de la Licencia Ambiental con la formulación de Términos de Referencia y Estudios de Impacto Ambiental con un alcance general.

**Importante:**

Los Proyectos de Categorías B y C deben entrar al proceso de LICENCIAMIENTO AMBIENTAL, ya los proyectos de categoría A se les aplicará una Ficha Ambiental y Plan de Manejo Ambiental.

En vista de la necesidad categorizar el proyecto o actividad el proponente deberá adjuntar a la solicitud, el formulario con la información del proyecto y del entorno, sobre la base de la cual el Ministerio del Ambiente definirá la categoría a la que pertenece; es decir, categoría A (Ficha Ambiental), categoría B o categoría C.

Para identificar que categoría pertenece el proyecto “EL PRADO – FLOR DE LA MARIA” se debe proporcionar toda la información posible a fin de determinar el área de influencia directa del mismo, se debe además para precisar el grado de afectación al ambiente, con el fin de poder tomar medidas y permitir que entre en ejecución el proyecto.

Desde el punto de vista ambiental en el caso del estudio de vía se en la CATEGORIA “B” debido a que durante la construcción del proyecto se generara; ruido, polvo, trafico, desalojo significativos y de fácil remediación, los mismos que mediante un buen plan de manejo ambiental, pueden ser controlados y mitigados a fin de compensar las aéreas y el medio ambiente afectado.

**Administración legal**

**Generalidades**

El proyecto se sustentará en el cumplimiento de la normativa ambiental vigente en el Ecuador respecto al sector de obra civil, tanto en lo estipulado en la legislación nacional como en los Convenios y Acuerdos

Internacionales suscritos por el Estado Ecuatoriano.

Es importante señalar, que las leyes específicas aplicables a la evaluación de impacto ambiental en el Sector de construcción son: la Ley de Gestión Ambiental, que establece mecanismos generales y específicos de gestión ambiental y crea la figura de la licencia ambiental como requisito previo a la iniciación de cualquier actividad de riesgo.

### **Importante**

En el presente capítulo, se incluye la descripción de los principales aspectos normativos que regulan las actividades relacionadas con los permisos y licencias ambientales; así como, los que rigen la intervención y/o uso de los recursos naturales.

Se consideró todas las leyes, reglamentos, ordenanzas municipales y provinciales, códigos, etc.; Que tienen relación y aplicación con el proyecto en estudio.

A continuación se describe las principales leyes y normas vigentes que fueron analizadas:

### **El Marco Legal Referencial incluye las siguientes**

#### **normas: Leyes**

- ✓ Ley Orgánica de la Salud;
- ✓ Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (LPCCA);
- ✓ Ley de Gestión Ambiental (LGA);
- ✓ Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre;
- ✓ Ley de Patrimonio Cultural; y
- ✓ Texto Unificado de Legislación ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS).

#### **Reglamentos**

- ✓ Reglamento del Sistema Único del Manejo Ambiental (SUMA);
- ✓ Reglamento General de la Ley de Patrimonio Cultural;
- ✓ Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiental de Trabajo (RSST);
- ✓ Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación ;
- ✓ Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental D.E. 10404;
- ✓ Reglamento de Aplicación a la Ley de Aguas; y ,
- ✓ Guías y Normas

**Marco Referencial, Legal, Administrativo y Ambiental Constitución del Ecuador.**

**En el Art. 3** numeral 4 y 5 manifiestan que se debe preservar el crecimiento sustentable de la economía, y el desarrollo equilibrado y equitativo en beneficio colectivo; así como erradicar la pobreza y promover el progreso económico, social y cultural de sus habitantes.

En el Art. 14 se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

**En el Art. 15** se establece que el Estado promoverá en el sector público el uso de tecnologías limpias y de bajo impacto.

**En el Art. 71** párrafo tres se establece que el Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

**El Art. 72** párrafo uno establece que la naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales

afectados.

**El Art. 83**, numeral 6 establece respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

**El Art. 263**, establece que los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley, en el numeral 4 manifiesta la gestión ambiental provincial.

**El Art. 264**, establece que los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley, en el numeral 4 manifiesta prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

**El Art. 395**, numeral 3 establece que el Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

**El Art. 411**, establece que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.

**El Art. 412**, establece que la autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque eco sistémico.

**El Art. 413**, establece que el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el

equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

## **Impactos**

Los impactos que se producen en un proyecto de construcción son los siguientes:

### **Tipos de impactos**

- ✓ Positivos y negativos;
- ✓ Directos e inducidos;
- ✓ De corto y largo plazo; y ,
- ✓ Acumulativos.

Impactos negativos y positivos durante el proceso de construcción y operación del proyecto “EL PRADO – FLOR DE LA MARIA”

Los impactos aquí descritos obedecen a que, el área donde se implantará el proyecto se encuentra actualmente intervenida en su totalidad donde predominan cultivos de ciclo corto, viviendas; A continuación se detalla los impactos positivos y negativos con el objetivo de determinar el nivel de afectación global que las actividades del proyecto tendrán sobre el ambiente.

### **Impactos negativos**

- ✓ Cambio de uso del suelo;
- ✓ Afectación al paisaje Natural original;
- ✓ Aumento de procesos erosivos y cambio de uso del suelo;
- ✓ Pérdida de hábitats y Biodiversidad;
- ✓ Generación de polvo e incremento de los niveles de ruido debido a los trabajos;
- ✓ Generación de empleo;
- ✓ Afectación al cambio de uso de suelo.(CONSTRUCCION); y ,
- ✓ Afectación de la calidad del aire.(OPERACION)

IMPACTO NEGATIVO	EFEECTO
SUELO	Perdida para otros usos, compactación,
Aire	Ruidos, humus, polvos.
Agua	Mayor demanda, contaminación.
Flora	Eliminación
Fauna Silvestre	Traslado
Ambiente Humano	Reubicaciones, riesgo accidentes, molestias, desmejora paisajística.

**Impactos positivos**

- ✓ Generar fuentes de trabajo;
- ✓ Mejorar la calidad de vida de los residentes de la urbanización;
- ✓ Fomentar al desarrollo económico del sector; y ,
- ✓ Mejorar el paisajismo de la zona

Suelo	Protección de suelos, mediante obras.
Flora y fauna	Mejora de áreas de protección en causes
Infraestructural vial	Mejora considerable
Paisajismo	Mejora
Accidente de tránsito	Mejor visibilidad, señalización, diseño vial, iluminación.
Empleo	Oferta de empleo

## **Metodología aplicada**

La metodología que se aplicara será la siguiente:

- ✓ Recolección de la información primaria utilizando el método formal reestructurado en una guía de verificación para sistematizar la información ambiental. En algunas circunstancias especiales se aplicara el método de información “in situ” y análisis de los documentos existentes;
- ✓ Recolección de información secundaria: legislación ambiental aplicable y vigente, ordenanzas municipales, bibliografía, indicadores referenciales;
- ✓ Toma y registro fotográfico;
- ✓ Visita in situ de las áreas a construirse; y ,
- ✓ Evaluación del área de influencia.

**Metodología.-** Para el Estudio de Impacto Ambiental del presente proyecto se desarrolló en tres etapas.

**Etapas Preliminar de Gabinete.-** Partiendo de la recopilación y análisis de información existente en la zona, como cartografía del tramo en estudio e información estadística, poblacional y demográfica a fin de disponer de un panorama total del ambiente donde se desarrollara el proyecto.

Dentro del área de influencia directa las condiciones del ambiente físico son de áreas intervenidas por la acción humana, siendo que actualmente el AID está ocupada por la carretera existente, derechos de vía, y en algunos sitios, por propiedades dedicadas a comercio, vivienda. La vegetación AID es secundaria, sin interés especial por consistir en su mayoría de cercas vivas. La fauna silvestre hace tiempo que emigró a otros sitios donde encuentra refugio y alimento, aunque existe una minoría.

El aire está afectado por humos, olores y ruidos del tránsito. Los cauces de agua (ríos, quebradas) han sido afectados dentro y fuera por las acciones del ser humano (contaminación, daño zonas protectoras, explotación). El medio humano consiste en comunidades cercanas a la carretera, con actividades agrícolas, comerciales. En el AII encontramos instalaciones de servicio público, como eléctricas, escuelas.

**Etapa de Campo.-** Considerando como primordial se realizó una inspección detallada del tramo en estudio así como de las áreas definidas y opcionales de canteras, posibles ubicaciones de campamentos, plantas de piedra, entre otros. Además se identificó y analizó las probables alteraciones sobre el entorno una vez que entren las actividades del proyecto y los efectos del medio natural sobre la vía en estudio.

La carretera FLOR DE LA MARIA presenta en sus márgenes una población principalmente ubicada en zonas de desarrollo agropecuario. En algunas zonas del recorrido de la carretera, las comunidades se ubican dispersos del camino. Posible expropiación de ciertos habitantes en donde se observó que al momento de construcción se puede reflejar en los planos ubicación dentro del derecho de Vía.

**Etapa Final de Gabinete.-** En esta se especificó el área de influencia en la que se realizará la evaluación ambiental, procediendo a la descripción del medio ambiente, y el desarrollo de la línea base del estudio, con la: información recopilada, analizada, organizada e interpretada. A partir de la Línea base se procederá a Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales significativos, positivos y negativos del proyecto con la aplicación de matrices de interacción (causa-efecto). Así mismo se estructurara las medidas de prevención y mitigación, correspondientes.

### **Diagnóstico ambiental: Medio físico**

**Clima.-** La zona en estudio está ubicada en la zona costera de la provincia del guayas, presentando un clima desecado con temperaturas semiáridas, donde las lluvias son muy escasas. Con temperaturas promedio anuales de 17.7° a 19.0°. Siendo las temporadas invernal los meses de enero a mayo, los vientos no son muy fuertes, con respecto a la Brisa de la zona es muy regular a lo largo del año.

**Topografía.-** La zona en estudio presenta los terrenos plenamente planos, y con ciertos desniveles que corresponde a pequeñas secciones donde se encuentran sembríos de arroz.

**Hidrología.-** Con respecto al las precipitaciones de la zona, se indica que las lluvias surgen a partir de los meses de Diciembre a mayo, lo que ayuda a la subsistencia y desarrollo de las actividades agrícolas y ganaderas de la zona.

**Medio biótico.-** En este medio interviene el número de especies de flora y fauna que existe en una región en un momento determinado.

**Flora.-** Con respecto a la flora de la zona se indica que la misma es mínima debido a que por la intervención humana se a convertido las tierra productivas de grandes hectáreas de cultivo de arroz y pastos lo que a generado que la vegetación nativa no sea predominante.

**Fauna.-** Las especies de animales presentes en una comunidad son el reflejo del componente vegetal, ya que de él dependen para su alimentación, refugio y nicho ecológico. Bajo estas circunstancias podemos decir que debido al bajo índice de vegetación la diversidad de especies de animales es mínima existiendo solo en la zona especies domesticas como: perros, gatos, patos, gallinas y una mínima cantidad de animales no domésticos como: serpientes, ardillas, iguanas, insectos, roedores, zorros.

### **Medio socioeconómico**

En la zona de estudio tenemos que principalmente se dedican a las actividades de agricultura, predominando el cultivo de arroz, y una mínima cantidad de habitantes se dedican a labores de construcción. Como adicional se manifiesta que en el sector los servicios básicos son mínimos debido a la falta de inversión en la zona por parte de las autoridades competentes.

Con respecto al tema de la educación la zona estudiada cuenta con una escuela llamada “Hugo Mayo” cuyas instalaciones funcionan normalmente, aunque con cierta dificultad debido a la falta de implementación de equipos para el desarrollo de aprendizaje de los niños.

### **Tipos de matriz y selección de la matriz aplicada**

Entre los tipos de matriz tenemos:

- ✓ La matriz ambiental;
- ✓ Matriz de importancia; y ,
- ✓ Matriz Leopold

### **Selección de la matriz aplicada**

La matriz de importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa de los impactos. En esta matriz se situarán en las columnas las acciones antes descritas, mientras que las filas serán ocupadas por los factores del medio afectados, de tal forma que en las casillas de cruce podremos comprobar la Importancia del impacto de la acción sobre el factor correspondiente.

El término Importancia, hace referencia al ratio mediante el cual mediremos Cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la

caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

### **Matriz ambiental**

La presente Matriz Ambiental tiene el propósito de efectuar una identificación, calificación y valoración de impactos, en especial los que generan los mayores efectos negativos, de acuerdo a su orden de importancia, obtenido una jerarquización de los mismos, a efectos de proceder a su mitigación y control, mediante la aplicación de medidas ambientales protectoras.

### **Pasos para la identificación, valoración y jerarquización de impactos ambientales:**

- Determinación del carácter del impacto
- Valor del índice ambiental ponderado
- Dictamen ambiental
- Recuperación

Para la elaboración de esta matriz ambiental se han considerado los parámetros físicos, biológicos y humanos a fin de evaluar los posibles impactos negativos y analizar cuál será su importancia dentro de todas las actividades de ejecución, operación y mantenimiento en el proyecto, todo esto a fin de mantener la armonía entre los componentes físico, biológico y humano con el medio ambiente.

Dentro del desarrollo de la matriz se indican algunos de los medios que

serán utilizados en la elaboración de la matriz para el proyecto “ESTUDIO Y DISEÑO INTEGRAL DE LA CARRETERA EL PRADO – FLOR DE LA MARIA UBICADA EN EL CANTON DAULE PROVINCIA DEL GUAYAS”, cabe indicar que en la matriz no han sido utilizados todos los indicadores, debido a que dentro del proyecto se ha considerado los de mayor impacto en el mismo.

<b>MEDIO</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>SUELO</b>	TEXTURA Y ESTRUCTURA	Erosión, deslizamientos, pérdida
	TOPOGRAFIA	Cambios del relieve, inestabilidad
	COMPACTACION	Suelos poco productivos
<b>AGUA</b>	CALIDAD	Color, turbiedad, presencia de contaminantes
	CAUDALES Y CAUCES	Agotamiento y desviación del agua
<b>FLORA</b>	COBERTURA VEGETAL	Pérdida
	VEGETACION CIRCUNDANTE	Presencia o ausencia
<b>AIRE</b>	CALIDAD	Olores, enfermedades respiratorias

<b>FAUNA</b>	AVIFAUNA	Mantenición, aumento o pérdida
	ANIMALES DOMESTICOS	Presencia o ausencia
<b>SOCIO -</b>	COMUNIDAD ALEDAÑA	Calidad de vida
<b>ECONÓMICA</b>	ACTIVIDAD ECONOMICA	Usos del suelo
	SALUD	Enfermedades
<b>PAISAJE</b>	CALIDAD ESCENICA	Deterioro

**La matriz ambiental será evaluada considerando los siguientes factores detallados a continuación:**

**Carácter genérico**

Hace referencia a la consideración positiva o negativa respecto al estado previo de la ejecución de cada actividad del proyecto.

El impacto sobre un componente ambiental puede ser beneficioso, en el caso de que represente una mejoría con respecto al estado previo a la acción o **adverso** en el caso de que ocasione un daño o alteración al estado previo a la actuación.

**Duración:**

**Permanente:** Si el impacto aparece en forma continua o bien tiene un efecto intermitente pero sin final, originando alteración indefinida.

**Temporal:** Si el impacto se presenta en forma intermitente o continua, pero común plazo limitado de manifestación.

**Eventual:** cuando un efecto se presenta en forma esporádica o eventual.

**Tipo de efecto**

**Directo:** Cuando el impacto tiene repercusión inmediata en el área de influencia del proyecto

**Indirecto:** Cuando el impacto se genera debido a interdependencias con el ambiente u otras actividades

**Importancia:**

Asignación valorada de la gravedad del efecto. Se asigna la siguiente escala:

- ✓ Mayor
- ✓ Media
- ✓ Menor

Para su valoración se toman en cuenta aspectos como:

- ✓ Componente afectado
- ✓ Características de los componentes afectados
- ✓ Extensión del efecto
- ✓ Reversibilidad del impacto.

**Intensidad.-** Se refiere al vigor del proceso puesto en marcha por las acciones del proyecto, para el presente caso, se asigna la siguiente escala de calificación:

Alta = 10  
 Moderada = 5  
 Baja = 2

**Extensión.-** Se refiere a la medición de la influencia espacial de los efectos, los mayores impactos se sienten en las cercanías, y disminuyen a medida que crece la distancia:

Extensivo = 10  
 Localizado = 5  
 Puntual = 2

**Plazo.-** Establece el lapso durante el cual las acciones propuestas involucran tendencias beneficiosas o perjudiciales. Usualmente se utiliza la siguiente escala de medición:

TIEMPO (Años)	PLAZO	VALORACIÓN
0 – 1	Corto	2
1 – 5	Medio	5

> 5	<b>Largo</b>	10
-----	--------------	----

**Reversibilidad.-** Posibilidad, dificultad o imposibilidad de retorno a la situación original, en la que se mide la capacidad del sistema para retomar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial.

**Irreversible:** Si la sola actuación de los procesos naturales, no es suficiente para recuperar aquellas condiciones originales.

**Reversible:** Si las condiciones naturales reaparecen de forma natural a través del tiempo. Para medir la reversibilidad se asigna la siguiente escala de valoración:

CATEGORÍAS	CAPACIDAD DE REVERSIBILIDAD	VALORACIÓN
<b>Irreversible</b>	<b>Baja:</b> irrecuperable	10
<b>Parcialmente reversible</b>	<b>Media:</b> impacto reversible a mediano plazo (1 - 5 años)	5
<b>Reversible</b>	<b>Alta:</b> impacto reversible a corto plazo (menor a un año)	2

**Riesgo.-** Expresa la probabilidad de ocurrencia de un efecto y/o su significado para el ambiente y sus componentes. Su escala de valoración está dada por:

PROBABILIDAD	RANGO (%)	VALORACIÓN
<b>Baja</b>	1 - 10	2
<b>Media</b>	10 - 50	5

Alta	Mayor a 50	10
------	------------	----

### Valor de índice ambiental ponderado

**Magnitud.-** Es la valoración del efecto de la acción, es un indicador complejo que sintetiza la intensidad, el plazo en que se manifiesta y la influencia espacial o extensión del efecto. Para cada una de las interacciones ambientales se obtiene el valor de la magnitud a partir de la siguiente función:

$$M = I \times W_i + E \times W_e + P \times W_p$$

**M** = Magnitud

**I** = Intensidad

**E** = Extensión

**P** = Plazo

**W<sub>i</sub>** = Peso de criterio de intensidad

**W<sub>e</sub>** = Peso del criterio de extensión

**W<sub>p</sub>** = Peso del criterio de plazo

Varias experiencias previas de calificación sugieren que para el cálculo de Magnitud se asignen los siguientes valores de peso:

$$W \text{ intensidad} = 0.40$$

$$W \text{ extensión} = 0.40$$

$$W \text{ plazo} = 0.20$$

Debiendo cumplirse que:

$$W_i + W_e + W_p = 1.0$$

### Valor de índice ambiental ponderado

Para cada una de las calificaciones de la relación acción -componente, se obtendrá el Valor del Índice Ambiental Ponderado (VIA) de la magnitud, la reversibilidad y el riesgo, a partir de la siguiente correlación:

$$VIA = R^{W_r} \times R_g^{W_{rg}} \times M^{W_m}$$

En donde:

VÍA = Valor del Índice Ambiental

R = Reversibilidad

Rg = Riesgo

M = Magnitud

Wr = Peso de criterio de reversibilidad

Wrg = Peso del criterio de riesgo

Wm = Peso del criterio de magnitud

Las experiencias previas sugieren que se asigne el siguiente esquema de pesos para el cálculo del VIA.

$$W \text{ magnitud} = 0.6$$

W reversibilidad = 0.2

W riesgo = 0.2

Debiendo cumplirse que:

$$W_r + W_{rg} + W_m = 1.0$$

El VIA variará entre un valor mínimo de 2 y un valor máximo de 10

### **Dictamen ambiental o valoración global del efecto**

**Crítico.-** Cuando la magnitud del impacto es superior al límite máximo permisible aceptable y reproduce una pérdida permanente e irreversible de las condiciones ambientales, sin la posibilidad de recuperación, incluso con la adopción de prácticas correctoras.

El rango está comprendido entre:

$$8,00 <VIA < 10,00$$

**Severo.-** Aquel que para la recuperación de las condiciones del medio exige la adopción de medidas protectoras, correctoras o mitigantes intensivas, y a pesar de las medidas, la recuperación precisa de un período de tiempo dilatado.

El rango es el siguiente:

$$6,00 <VIA < 7,99$$

**Moderado.-** Aquel que para su recuperación es necesario de prácticas protectoras, correctivas o mitigantes no muy intensivas y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.

$$3,00 <VIA < 5,99$$

**Compatible.-** Cuando la recuperación es inmediata tras el cese de la acción. Casi no se necesitan prácticas protectoras, correctoras o mitigantes.

El rango es el siguiente:

2,00 <VÍA< 3,99

**Irrecuperable.-** Cuando la posibilidad de recuperación de las condiciones originales es imposible.

**Recuperable a largo plazo.-** Cuando con la introducción de medidas correctoras, se recuperan las condiciones originales a largo plazo (> a 5 años).

**Recuperable a mediano plazo.-** Cuando con la introducción de medidas correctoras o la acción del hombre, se recupera las condiciones originales en un tiempo comprendido entre 1 a 5 años.

**Recuperable a corto plazo.-** Cuando con la introducción de prácticas correctoras o la acción del hombre, se recuperan las condiciones originales en un tiempo menor a un año.

### **Plan de manejo ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) se diseñó con base en la evaluación de los potenciales impactos ambientales del proyecto “FLOR DE LA MARIA” del Cantón Daule durante las diferentes fases del proyecto propuesto: diseño, construcción, operación y abandono. El objetivo del PMA es prevenir, eliminar, minimizar y mitigar los impactos que afecten al ambiente, así como brindar protección a las áreas de interés humano y ecológico, ubicadas en las áreas de influencia del proyecto. Una vez identificadas y evaluadas las actividades y efectos directos e indirectos que generarían impactos negativos en el medio ambiente, se debe establecer un programa de prevención, control y mitigación de dichas acciones, para que se realicen según las leyes y normas vigentes. El plan de manejo ambiental es un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, prácticas y acciones orientadas a la protección del Ambiente frente a las actividades propias de un proyecto de

construcción. Este plan describe las actividades que deben ser ejecutadas para prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos, durante las fases de construcción, operación y/o mantenimiento y de abandono del proyecto FLOR DE LA MARIA del Cantón Daule.

Además, el plan de manejo ambiental busca mejorar y optimizar aquellos aspectos identificados como positivos durante la evaluación de las fases del proyecto. El presente Plan de Manejo Ambiental deberá ser considerado una herramienta dinámica, es decir variable en el tiempo, la cual deberá ser revisada, actualizada y mejorada continuamente por la entidad encargada de la construcción y operación de la urbanización, buscando de esta forma mejorar y maximizar las técnicas de protección ambiental. Estas mejoras podrán ser hechas en todas las fases del proyecto.

Lo anterior implica que las entidades y personas relacionadas con la construcción y operación del proyecto, deberán mantener un compromiso por el mejoramiento continuo de los aspectos ambientales. Es importante que exista una dinámica de grupo entre los participantes del proyecto, esto permitirá una acción conjunta en las áreas de supervisión, evaluación, cumplimiento y seguimiento del plan de manejo ambiental.

Todas las medidas del Plan de Manejo Ambiental están diseñadas, a nivel definitivo, para ser incorporadas en los planos de construcción, las especificaciones técnicas de construcción y las acciones específicas que se deberán realizar para compensar los daños y perjuicios a terceros.

### **Estructura del plan de manejo ambiental**

El PMA tiene los siguientes sub-planes.

- ✓ Plan de mitigación de impactos;
- ✓ Plan de manejo de desechos;
- ✓ Plan de monitoreo; y ,
- ✓ Plan de capacitación ambiental

## **Objetivo general**

El objetivo general del presente capítulo, es evitar que las actividades de construcción y operación de la urbanización deterioren la calidad del ambiente tanto del área de implantación como del área de influencia, a través de un conjunto de medidas ambientales y programas de control. Las medidas y acciones de mitigación, prevención y corrección deben basarse en el desarrollo social y económico que genere el proyecto; además deben ser beneficiosas para la sociedad involucrada y fijar directrices sobre la asistencia técnica y capacitación de trabajadores en cada una de las fases.

En forma general los objetivos son los siguientes:

- ✓ Crear Medidas y Acciones ambientales que sean beneficiosas para sociedad tanto social como económicamente;
- ✓ Vigilar el cumplimiento de las ordenanzas municipales, normas y leyes ambientales ecuatorianas;
- ✓ Prevenir, controlar, mitigar y minimizar los impactos ambientales que el proyecto pueda originar por causa de efluentes líquidos, sólidos y gaseosos;
- ✓ Prevenir, controlar, mitigar y minimizar los impactos sociales negativos que el proyecto pueda ocasionar;
- ✓ Resaltar y fomentar los impactos sociales positivos del proyecto para asegurar las buenas relaciones con la comunidad; por ejemplo, las mejoras en la Seguridad Pública y Calidad de Vida de los usuarios y vecinos de la obra; las oportunidades de trabajo a obreros, profesionales, técnicos y proveedores;
- ✓ Establecer los costos unitarios y globales de las medidas de mitigación y del Plan en general; y ,
- ✓ Determinar el cronograma de aplicación de las medidas ambientales durante la obra y el funcionamiento de la urbanización.

En el presente Plan de Manejo Ambiental, se esperan resultados

favorables para el medio ambiente y para la comunidad. Estos resultados son listados en los siguientes numerales, para cada fase del proyecto (Construcción, Operación y/o Mantenimiento).

### **Fase de construcción**

- ✓ Con la implementación del Plan de Manejo Ambiental para la etapa de construcción del proyecto urbanístico, se espera;
- ✓ Disminuir los inconvenientes de tránsito vehicular y peatonal por las diferentes actividades;
- ✓ Conocimiento y aplicación de medidas de higiene y seguridad industrial para beneficio de los trabajadores y la obra;
- ✓ Mantener la obra limpia, evitando acumulación de escombros y materiales desecho;
- ✓ En horas de descanso, evitar actividades de trabajo que produzcan emisiones sonoras elevadas que ocasionen molestias a los vecinos residentes y demás personas que vivan en sectores aledaños;
- ✓ Evitar daños y reposiciones de obras existentes de infraestructura de sectores aledaños;
- ✓ Disminuir la perturbación a las dinámicas naturales del área; y ,
- ✓ En general, prevenir y mitigar impactos ambientales negativos.

### **Fase de operación y/o mantenimiento**

Para la etapa de Operación y/o Mantenimiento, los resultados esperados con la implementación de las medidas ambientales son:

- ✓ Evitar el deterioro acelerado de las obras;
- ✓ Mantener la agilidad de evacuación en los sistemas de alcantarillado y la forma como los usuarios puede contribuir al correcto funcionamiento del mismo; y ,
- ✓ Asegurar un buen manejo de los desechos sólidos, residuos

químicos y áreas verdes.

### **3.8 SEÑALIZACIÓN**

Para el control de tránsito de vehículos en caminos es necesario disponer de un señalamiento que consistirá en la colocación de letreros, signos pintados en las calzadas, espaldones o en otros lugares de la vía. La finalidad esencial de la señalización es la de transmitir a los usuarios de las vías unas normas específicas mediante símbolos y palabras oficialmente establecidas, con objeto de regular o dirigir la circulación. Una vía correctamente señalizada se aprovecha mejor que si se aplican en ella, exclusivamente, las normas generales de circulación.

La señalización y demarcaciones en carreteras están normalizadas por el ministerio de Obras Publicas de nuestro país, de acuerdo a los códigos internacionales establecidos.

Los requisitos básicos que deben de cumplir las señales, marcas o dispositivos de control de tránsito son los siguientes:

- 1) Ser visible.
- 2) Transmitir un mensaje claro y sencillo.
- 3) Ubicarse de tal manera que le permita al conductor una reacción oportuna.

#### **SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL**

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

### **Consideraciones generales**

La demarcación desempeña funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de regulación del tránsito. En algunos casos, son usadas para complementar las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como las señales verticales y semáforos; en otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, siendo un modo muy efectivo de hacerlas entendibles.

Para que la señalización horizontal cumpla la función para la cual se usa, se requiere que se tenga una uniformidad respecto a las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado.

Las marcas viales o demarcaciones deben ser reflectivas excepto paso peatonal tipo cebra, o estar debidamente iluminadas.

Las líneas de demarcación con pintura en frío que se apliquen sobre concreto asfáltico deberán ser pintadas como mínimo treinta (30) días después de construida la carpeta de rodadura. Cuando por circunstancias especiales se requiera realizar la demarcación antes de dicho término, ésta deberá realizarse aplicando un espesor húmedo igual a la mitad del especificado para la pintura definitiva y se deberá colocar aquella dentro de los ocho (8) días siguientes.

### **Materiales**

Las marcas viales deben hacerse mediante el uso de pinturas en frío o en caliente. Sin embargo, puede utilizarse otro tipo de material, siempre que cumpla con las especificaciones de color y visibilidad; siendo necesario que no presenten condiciones deslizantes, especialmente en los pasos peatonales y en las proximidades a éstos.

Para complementar las líneas longitudinales, podrán utilizarse unidades individuales (tachas, estoperoles o pintura termoplástica con pequeños abultamientos-vibraline), que sobresalgan menos de 2,5 cm de la superficie del pavimento y de color blanco o amarillo.

Para demarcar sardineles o islas, podrán utilizarse otras unidades (tachones, boyas metálica o plásticas, bordillos, etc.), que sobresalgan de la superficie del pavimento a una altura máxima de 10 cm.

Los requisitos que debe cumplir la pintura en frío para demarcación de pavimentos son los contemplados en la norma técnica. En el caso de las tachas reflectivas deberá cumplirse con lo especificado en la norma técnica.

Los requisitos para el diseño y aplicación de materiales como pinturas, termoplásticos, plásticos en frío y cintas preformadas, empleados en la demarcación de calles y carreteras, son los establecidos en la norma técnica.

### **Colores y letras**

Las líneas longitudinales y marcas deben ser blancas o amarillas. En las líneas longitudinales el color blanco se empleará para hacer separación entre tránsito en el mismo sentido y el amarillo entre tránsito de sentido contrario. Las flechas, símbolos y letras serán de color blanco, a excepción de las flechas de doble cabeza utilizadas para la demarcación de carriles de contraflujo. Cuando se requiera dar contraste a las líneas blancas o amarillas podrá emplearse líneas negras adyacentes a ellas y de ancho igual a  $\frac{1}{2}$  del ancho de la línea, excepto para marcas viales en donde se implementarán líneas negras que sobresalgan 5 cm.

### **Clasificación**

La señalización horizontal se clasifica así:

- Marcas longitudinales:
  - o Líneas centrales
  - o Líneas de borde de pavimento
  - o Líneas de carril
  - o Líneas de separación de rampas de entrada o de salida
  - o Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido
  - o Demarcación de bermas pavimentadas
  - o Demarcación de canalización
  - o Demarcación de transiciones en el ancho del pavimento
  - o Demarcación de aproximación a obstrucciones
  
  - o Demarcación de aproximación a pasos a nivel
  - o Demarcación de líneas de estacionamiento
  - o Demarcación de uso de carril
  - o Demarcación de carriles exclusivos para buses
  - o Demarcación de paraderos de buses
  - o Demarcación de carriles de contraflujo
  - o Flechas
- Marcas transversales:
  - o Demarcación de líneas de “pare”
  - o Demarcación de pasos peatonales
  - o Demarcaciones de ceda el paso
  - o Líneas antibloqueo
  - o Símbolos y letreros
- Marcas de bordillos y sardineles
- Marcas de objetos:
  - o Dentro de la vía
  - o Adyacentes a la vía

### **Marcas longitudinales**

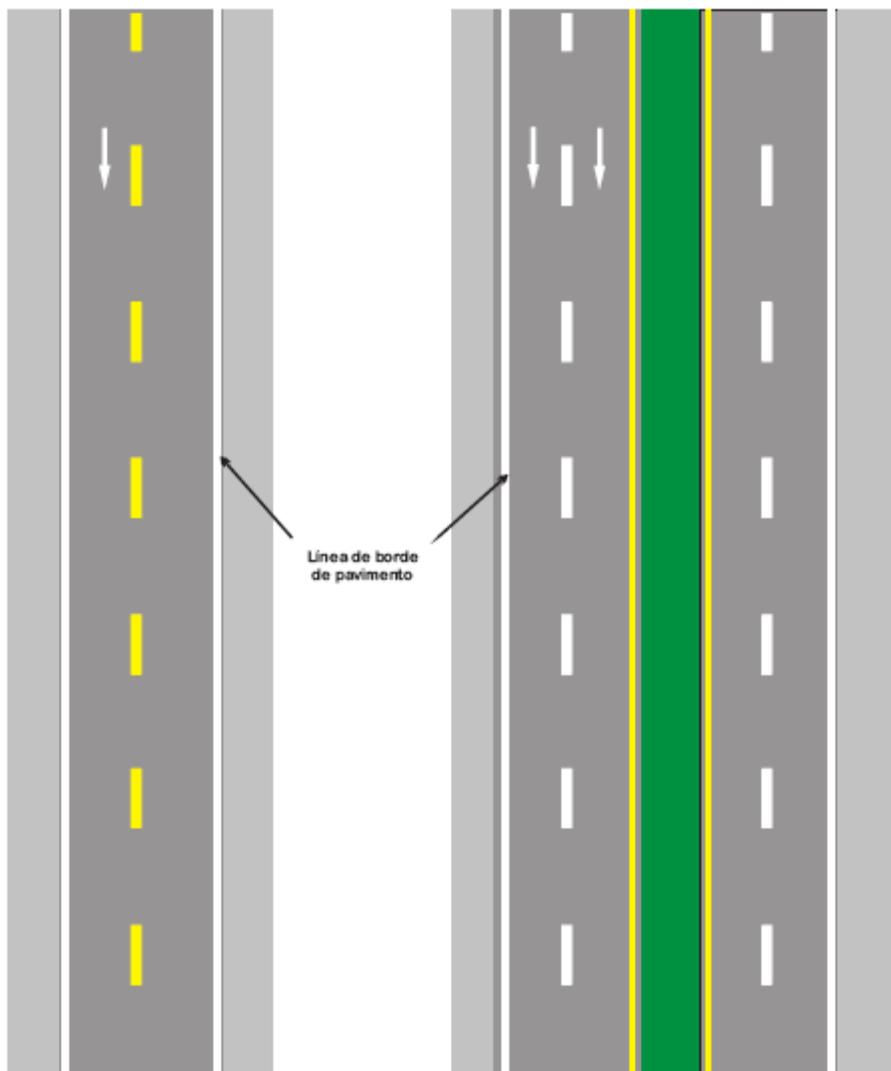
Una línea continua sobre la calzada significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella, ni cuando la marca separe los dos sentidos de circulación, circular por la izquierda de ella.

Una marca longitudinal constituida por dos líneas continuas tiene el mismo significado.

Se excluyen de este significado las líneas continuas de borde de calzada.

### Líneas centrales

Se emplearán estas líneas de color amarillo, para indicar el eje de una calzada con tránsito en los dos sentidos y de color blanco para separar carriles de tránsito, en el mismo sentido (figura 2-II). En circunstancias especiales esta línea puede no estar en el centro geométrico de la calzada, como es el caso de transiciones en el ancho del pavimento, cuando hay un carril adicional para marcha lenta, en la entrada a túneles o puentes angostos, etc.



Las líneas centrales deben usarse en los siguientes casos:

- En vías rurales de dos sentidos, con ancho de pavimento de 5,50 m o más,
- En vías secundarias o de jerarquía superior, dentro del perímetro urbano de las poblaciones,
- En todas las calles o carreteras de cuatro o más carriles,
- En ciclo rutas,
- En autopistas, carreteras principales y secundarias, y
- En todas las vías en donde un estudio de ingeniería de tránsito así lo aconseje.
- Las líneas centrales estarán conformadas por una línea segmentada de 12 cm de ancho, como mínimo, con una relación de longitudes entre segmento y espacio de tres (3) a cinco (5).
- Tendrán las siguientes dimensiones:
  - En vías rurales:
    - Longitud del segmento pintado 4,50 m
    - Longitud del espacio sin pintar 7,50 m
  - En vías urbanas:

- Longitud del segmento pintado 3,00 m
- Longitud del espacio sin pintar 5,00 m

### **Líneas de borde de pavimento**

Esta línea separa la berma del carril de circulación, indicando el borde exterior del pavimento (figura 2-II) estará formada por una línea blanca continua de 12 cm de ancho.

En todas las vías, urbanas y rurales que no cuenten con sardineles y en las vías arterias o de jerarquía superior, se debe delimitar el borde de pavimento para impedir el tránsito de vehículos por la berma y especialmente en la aproximación a intersecciones, cruces, puentes angostos, perímetros urbanos, etc.

Una línea de borde de pavimento de color amarillo a la izquierda de la calzada, en vías con separador, indica la finalización de circulación en ese sentido.

También podrán demarcarse líneas de borde de pavimento de color azul, en las aproximaciones a hospitales, clínicas y centros de atención médica. Dichas líneas se pintarán en las vías que conduzcan a tales sitios, desde una distancia de 500 m o mayor.

En los casos en que se prefiera mantener la línea de borde de pavimento de color blanco, se instalarán tachas reflectivas bidireccionales de color azul, separadas entre sí 3 m.

### **Líneas del carril**

Estas líneas servirán para delimitar los carriles que conducen el tránsito en la misma dirección. También cumplen la función de incrementar la eficiencia del uso de una calle en sitios en donde se presentan congestionamientos.

Para indicar que el cambio del carril se puede hacer sin afrontar un riesgo, se usará una línea blanca segmentada de 12 cm de ancho, como mínimo, con relación de longitudes entre segmento y espacio de tres (3) a cinco (5), conforme a las siguientes dimensiones:

En vías rurales:

- Longitud del segmento pintado 4,50 m
- Longitud del espacio sin pintar 7,50 m

En vías urbanas:

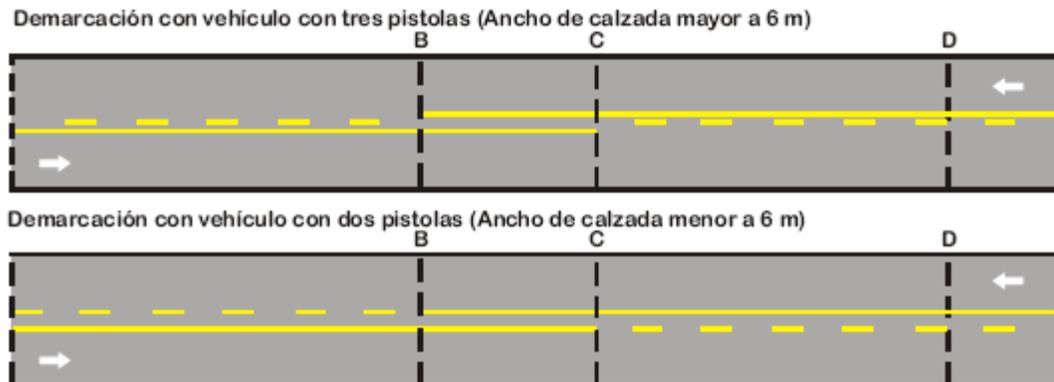
- Longitud del segmento pintado 3,00 m
- Longitud del espacio sin pintar 5,00 m

Cuando el cambio de carril puede acarrear un riesgo, si no se efectúa con precaución, se usará una línea blanca continua de 12 cm de ancho, como mínimo.

### Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido

Estas demarcaciones sirven para delimitar longitudinalmente las zonas en las cuales el adelantamiento está prohibido en uno u otro sentido o en ambos a la vez, lo que se indicará por las características especiales de la demarcación central.

**Figura 3-II:** Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido



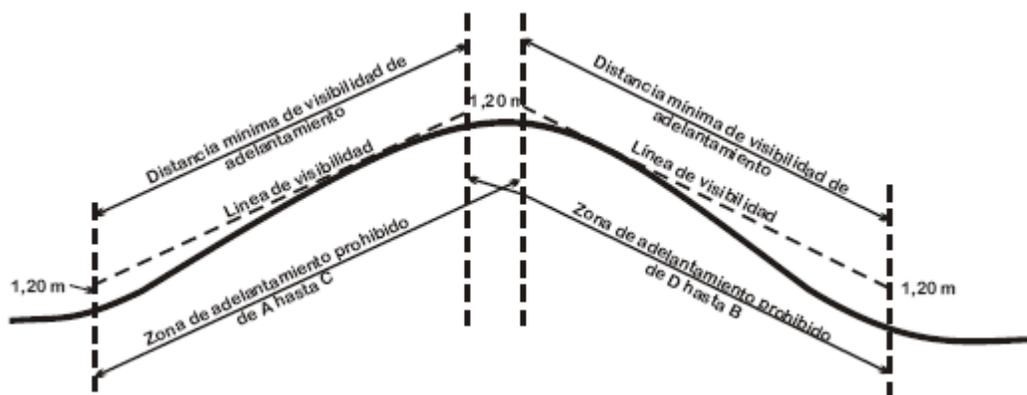
Deberán demarcarse las zonas de adelantamiento prohibido en tramos de recta, curva horizontal, curva vertical (figura 3a-II y figura 3b-II) en donde la distancia de visibilidad para efectuar la maniobra de adelantamiento es mayor que la distancia de visibilidad del sector, teniendo en cuenta la velocidad del 85% (percentil 85) de los usuarios, determinada mediante un estudio de ingeniería de tránsito, o la velocidad de diseño del sector.

Para demarcar zonas de adelantamiento prohibido en curvas verticales (figura 3a-II) y curvas horizontales (figura 3b-II) en el evento de que la longitud de la zona de prohibido adelantamiento resulte inferior a la indicada, se adelantará el inicio de la zona de prohibición, hasta alcanzar esta longitud de acuerdo con lo establecido en el cuadro 9-II.

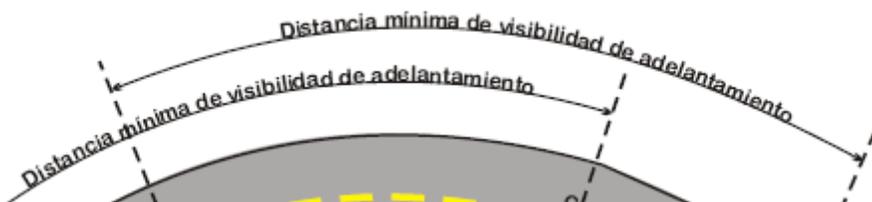
La definición de las zonas de prohibido adelantamiento, se deberá hacer mediante un chequeo en planos, tanto en planta como en perfil, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- a) En perfil: 1. La altura del ojo del conductor y del vehículo que se acerca, se mide a 1,20 m de la superficie del pavimento (figura 3a-II).
- b) En planta: La visual de los conductores se ubica a 0,50 m a la derecha de la línea de eje de la vía, en cada sentido de circulación (figura 3b-II).

**Figura 3a-II:** Curva vertical



**Figura 3b-II:** Curva horizontal



**Cuadro 9-II:** Distancias mínimas de visibilidad, para demarcación de zonas de prohibido adelantamiento

Velocidad (Km/h)	Distancia mínima de visibilidad de adelantamiento (m)	longitud mínima de adelantamiento prohibido (m)
40	140	35
50	150	40
60	170	45
70	210	55
80	240	60
100	324	80
120	400	100

Cuando la distancia en la cual podría ser permitido adelantar, medida entre los extremos de zonas de adelantamiento prohibido es igual o menor que la distancia de visibilidad de adelantamiento, a la velocidad directriz del sector, se debe prohibir el adelantamiento.

El resultado del chequeo será:

a) Una línea continua amarilla de 12 cm de ancho como mínimo, cuando esté prohibido pasar de un carril a otro. Cuando la situación sea simultánea en ambos sentidos de circulación, no se demarca la línea discontinua.

b) Dos líneas separadas por un espacio de aproximadamente 8 cm, una continua y otra segmentada o las dos continuas, para indicar la prohibición de adelantamiento a los vehículos que transitan en el carril adyacente a la línea continua, cuando se empleen equipos de demarcación de dos pistolas.

Cuando se utilicen equipos de tres pistolas, las dos líneas continuas estarán separadas 28 cm, como mínimo.

Nota: Podrá utilizarse una sola línea continua en vías con ancho de calzada inferior a 5,60 m, cuando en el diseño se presenten dos líneas continuas para indicar zonas de prohibido adelantamiento, para ambos sentidos de circulación.

Para efectuar el adelantamiento es necesario que la señalización lo permita, pero no suficiente, pues en determinados tramos en que se permite el adelantamiento pueden existir periodos de tiempo en que por el tránsito o las condiciones meteorológicas sea peligroso o imposible efectuar la citada maniobra.

### **Demarcación de bermas pavimentadas**

Estas demarcaciones deberán hacerse cuando el ancho de las bermas es superior a 3 m y no existe contraste entre la berma y el carril de circulación, con el fin de que la berma no se confunda con un carril adicional.

Se hará con líneas blancas, diagonales a la dirección del eje de la vía, con ancho de 30 cm y espaciamiento de 20 m entre cada una de ellas, formando un ángulo de 45 grados con la línea de borde de pavimento

La demarcación de bermas pavimentadas exige la presencia de la línea de borde de pavimento.

### **Demarcación de canalización**

Las demarcaciones de canalización se harán con líneas blancas continuas de 15 cm de ancho, como mínimo. Esta línea, por su anchura, es un valioso medio de regulación del tránsito, para canalizarlo o encarrilarlo y disminuir los cambios de carril.

Estas demarcaciones se emplearán, así:

- a) Para indicar refugios en un área pavimentada
- b) Para separar carriles exclusivos para giro, de los demás carriles de tránsito
- c) Para demarcar rampas de entrada y salida en autopistas

El uso de esta demarcación se limita a sitios en donde no es necesario emplear una restricción severa en forma de barrera física. La longitud mínima de estas líneas es de 30 m en zona urbana y de 60 m en zona rural.

### **Demarcación de transición en el ancho del pavimento**

Esta demarcación se usará en zonas en donde el ancho del pavimento esté en transición y se reduce el número de carriles. Se hará con una línea continua, blanca o amarilla según los sentidos de circulación, de 12 cm de ancho como mínimo. Ver figura 4-II.

La longitud de la demarcación estará dada por la expresión:

$$L = 0,6 AV$$

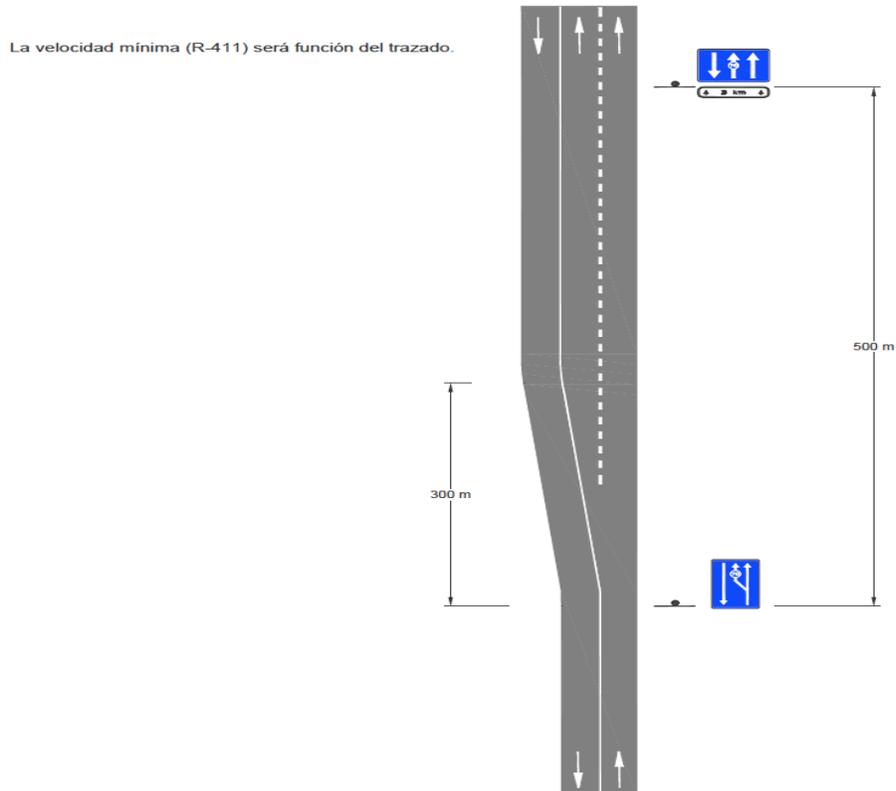
L = Longitud en metros

A = Ancho del carril en metros

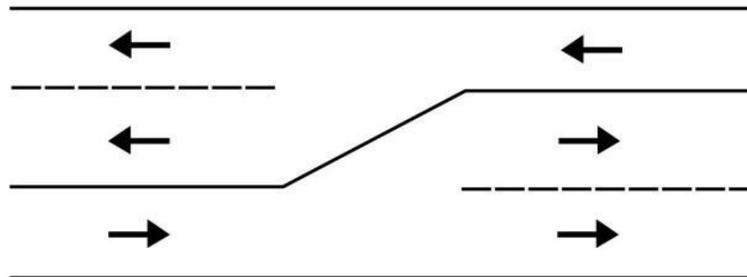
V = Velocidad del 85% de los usuarios, determinada mediante un estudio de ingeniería de tránsito, o en su defecto la velocidad de diseño en kilómetros por hora.

En transiciones de ancho del pavimento no son suficientes las líneas de demarcación de por sí, para encarrilar el tránsito con seguridad a través de ellas. Deben usarse también señales verticales, líneas de borde y un mínimo de 4 flechas de terminación de carril en intervalos decrecientes.

### EDUCCION DE 4 A 2 CARRILES



## AMPLIACION DE 2 A 4 CARRILES



## SEÑALIZACIÓN VERTICAL

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

### Visibilidad

Las señales que se instalen deberán ser legibles para los usuarios y su ubicación debe ser acorde con lo establecido en este manual, para permitir una pronta y adecuada reacción del conductor aun cuando éste se acerque a la señal a alta velocidad. Esto implica que los dispositivos cuenten con buena visibilidad, tamaño de letras adecuado, leyenda corta, símbolos y formas acordes con lo especificado.

Las señales preventivas, reglamentarias e informativas deberán elaborarse con material retro reflectante Tipo I o de características superiores, que cumpla con las coordenadas cromáticas en términos del Sistema Colorimétrico Standard y las demás especificaciones fijadas en la norma técnica. Las entidades contratantes deberán exigir a los fabricantes de señales las certificaciones de cumplimiento de dicha norma, la cual deberá ser expedida por el proveedor de dicho material.

### **Colocación de las señales**

En la se muestra un esquema general para la colocación de las señales verticales.

### **Ubicación lateral**

Todas las señales se colocarán al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito, de forma tal que el plano frontal de la señal y el eje de la vía formen un ángulo comprendido entre 85 y 90 grados, con el fin de permitir una óptima visibilidad al usuario. No obstante, y con el fin de complementar la señalización, en vías multicarril se podrá colocar en los dos lados de la vía; así mismo de no existir completa visibilidad del lado derecho es permitido colocar una señal adicional a la izquierda.

En carreteras, la distancia de la señal medida desde su extremo interior hasta el borde del pavimento, deberá estar comprendida entre 1,80 m y 3,60 m. En las zonas urbanas serán instaladas de tal forma que la distancia de la señal medida desde su extremo más sobresaliente hasta el borde del andén no sea menor de 0,30 m.

Para las señales elevadas los soportes verticales que sostienen la señal, se instalarán a una distancia mínima desde el borde exterior de la berma, o de la cara exterior del sardinel, en el caso de existir éste, de 1,80 m en zonas urbanas y de 2,20 m en carretera .

Cuando se proyecten soportes verticales intermedios, estos pueden localizarse en un separador siempre y cuando su ancho sea suficiente para que el soporte vertical deje distancias laterales no menores de 0,60 m.

### **Ubicación longitudinal**

En la sección correspondiente a cada una de las clases de señales verticales, se definen los criterios para la colocación de éstas a lo largo de la vía.

En condiciones especiales, en donde no exista la distancia suficiente que permita colocar dos señales verticales individuales separadas, se podrán adosar dos tableros de señales verticales en un solo poste. En este caso, la distancia mínima será el equivalente, en metros (m), a la velocidad de operación de la vía en kilómetros por hora (km/h), por ejemplo: distancia (m) 30 Velocidad de operación (km/h) 30, distancia (m) 80 Velocidad de operación (km/h) 80.

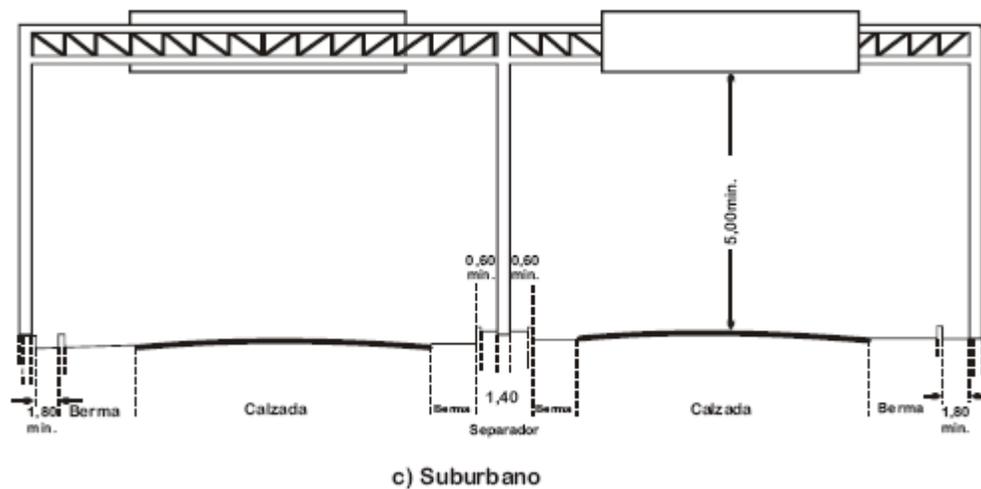
### **Altura**

La altura de la señal medida, desde el extremo inferior del tablero hasta el nivel de la superficie de rodadura no debe ser menor de 1,80 m, para aquéllas que se instalen en el área rural.

En áreas urbanas, la altura de la señal medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde del andén no debe ser menor de 2,0 m.

Las señales elevadas se colocan sobre estructuras adecuadas en forma tal que presenten una altura libre mínima de 5,0 m., sobre el punto más alto de la rasante de la vía.





### Tableros de las señales

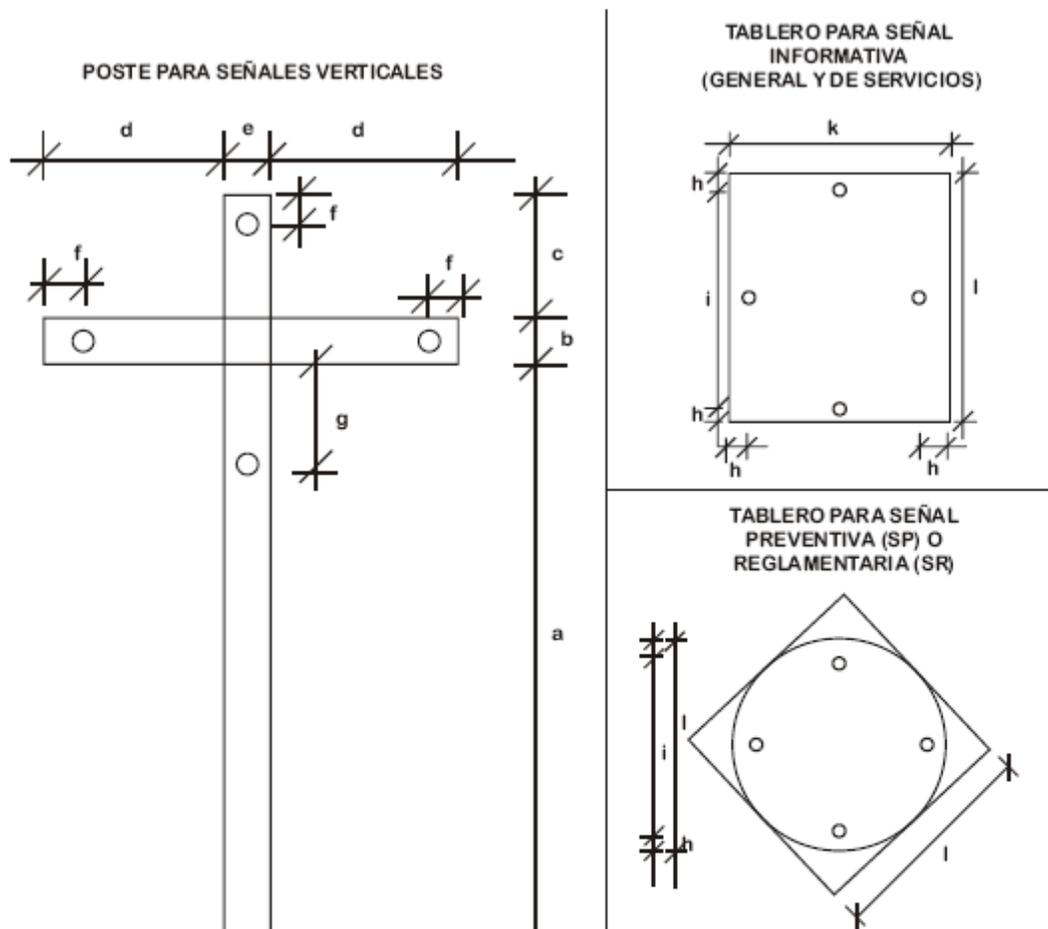
Los tableros de las señales verticales serán elaborados en lámina de acero galvanizado, aluminio o poliéster reforzado con fibra de vidrio. Los mensajes de las señales serán elaborados sobre lámina retro reflectivas y adheridos a la lámina metálica.

Las dimensiones de los tableros de las señales verticales son las indicadas en el cuadro 10-II. Se escogerá el tamaño del tablero en función del tipo de infraestructura sobre la cual se instale.

### Estructuras de soporte de las señales

Los postes de las señales serán fabricados en ángulo de acero. También pueden ser fabricados en tubo galvanizado de 2" de diámetro y 2 mm de espesor. Las dimensiones de éstos, de acuerdo con los diferentes tipos de señales se indican en el cuadro 11-II y la figura 6-II.

**Cuadro 10-II:** Dimensiones de los tableros de las señales verticales  
(Dimensiones en cm)



### Clasificación de las señales verticales

Las señales para el control del tránsito de acuerdo a su aspecto funcional, se agrupan en tres clases:

**Señales de prevención.-** Las señales de prevención tienen por objeto advertir al usuario del camino la existencia de peligros y la naturaleza de los mismos. Se identifican con el código SP.

**Figura 7-II: señales preventivas**



## Forma

Se utiliza el cuadrado con diagonal vertical rombo. La excepción de aplicación de esta forma es:

*Paso a nivel*, cuya forma es la conocida cruz de San Andrés

*Flecha direccional*, cuya forma es rectangular

## Colores

Los colores utilizados en estas señales son, en general, el amarillo para el fondo y el negro para orlas, símbolos, letras y/o números. Las excepciones a esta regla son:

- Semáforo (amarillo, negro, rojo y verde)
- Prevención de pare (amarillo, negro, rojo y blanco)
- Prevención de ceda el paso (amarillo, negro, rojo y blanco)
- Paso a nivel (blanco y negro)

## Ubicación

Deberán ser colocadas antes del riesgo a prevenir. En vías arterias urbanas, o de jerarquía inferior, se ubicarán a una distancia que podrá variar entre 60 y 80 m. Para el caso de vías rurales, o urbanas de jerarquía superior a las arterias, las señales preventivas se colocarán de acuerdo con la velocidad de operación del sector, así:

**Cuadro 12-II:** Distancias para la ubicación de las señales preventivas en vías rurales o en vías urbanas de jerarquía superior a las arterias

Velocidad de operación (Km/h)	Distancia (m)
40	50
60	90
80	120
100	150
mas de 100	no menos de 250

**Señales de reglamentación.-** Las señales de reglamentación tienen por objeto notificar a los usuarios de la vía sobre las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ellas y cuya violación constituye un delito. Estas señales se identifican con el código SR.

## SEÑALES REGLAMENTARIAS

SR-01  PARE	SR-02  CEDA EL PASO	SR-03  SIGA DE FRENTE	SR-04  NO PASE	SR-05  GIRO A LA IZQUIERDA SOLAMENTE	SR-06  PROHIBIDO GIRAR A LA IZQUIERDA	SR-07  GIRO A LA DERECHA SOLAMENTE
SR-08  PROHIBIDO GIRAR A LA DERECHA	SR-10  PROHIBIDO GIRAR "U"	SR-11  DOBLE VIA	SR-12  TRES CARRILES (UNO EN CONTRAFLUJO)	SR-13  TRES CARRILES (DOS EN CONTRAFLUJO)	SR-14  PROHIBIDO EL CAMBIO DE CALZADA	SR-16  CIRCULACIÓN PROHIBIDA DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES
SR-17  VEHÍCULOS PESADOS A LA DERECHA	SR-18  CIRCULACIÓN PROHIBIDA DE VEHÍCULOS DE CARGA	SR-19  PEATONES A LA IZQUIERDA	SR-20  CIRCULACIÓN PROHIBIDA DE PEATONES	SR-21  CIRCULACIÓN PROHIBIDA DE CABALGATAS	SR-22  CIRCULACIÓN PROHIBIDA DE BICICLETAS	SR-23  CIRCULACIÓN PROHIBIDA DE MOTOCICLETAS

F

Su forma es circular, a excepción de las señales:

- Pare, cuya forma es octagonal,
- Ceda el paso, cuya forma es un triángulo equilátero con un vértice hacia abajo,
- Sentido único de circulación y sentido de circulación doble, serán de forma rectangular.

En el caso en que se requieran adosar placas informativas, éstas serán de forma rectangular y en ningún caso deberán tener un ancho superior al de la señal principal.

### Colores

Los colores utilizados en estas señales son los siguientes:

Fondo blanco; orlas y franjas diagonales de color rojo; símbolos, letras y números en negro.

Las excepciones a esta regla son:

- Pare, cuyo fondo es rojo, orlas y letras en blanco,
- Ceda el paso, fondo blanco y orla roja
- No pase, cuyo fondo es rojo, franja y letras en blanco.
- Sentido único de circulación y sentido de circulación doble, serán de fondo negro y flechas y orlas blancas.

La prohibición se indicará con una diagonal que forme 45° con el diámetro horizontal y debe trazarse desde el cuadrante superior izquierdo del círculo hasta el cuadrante inferior derecho. La señal *No parquearse ni detenerse*, llevará adicionalmente otra franja diagonal, desde el cuadrante superior derecho hasta el cuadrante inferior izquierdo.

En el caso en que se requieran adosar placas informativas, éstas serán de fondo blanco y orlas, textos, flechas y números de color negro.

### **Ubicación**

Las señales reglamentarias se ubicarán en el sitio mismo a partir del cual empieza a aplicarse la reglamentación o prohibición descrita en la señal.

Las señales podrán ser complementadas con una placa informativa situada debajo del símbolo, que indique el límite de la prohibición o restricción. Por ejemplo se podrá incluir una placa con las palabras: en esta cuadra, en ambos costados. Igualmente se podrán adosar placas que indiquen el punto de inicio y de terminación de la prohibición o restricción, acompañadas de flechas indicativas, como se muestra a continuación:



Las placas informativas podrán indicar también los días de la semana y las horas en las cuales existe la prohibición. Dichas placas no deberán tener un ancho superior al de la señal.

**Señales de información.**-Las señales informativas o de información, tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc. Estas señales se identifican con el código SI.



### **Clasificación**

Las señales informativas se clasifican en:

- a) De identificación: Son usadas para identificar las carreteras, según la nomenclatura vigente.

- b) Postes de referencia: Indican el abscisado o sitio de referencia de la vía, a partir de un punto determinado.
- c) De destino: Indican al usuario de la vía el nombre, la dirección y la distancia de ubicación de las poblaciones que se encuentran en la ruta.
- d) De Información en ruta: Indican la nomenclatura de las vías urbanas, mensajes educativos y de seguridad y sitios de interés geográfico para los usuarios de las vías.
- e) De Información general: Identifican lugares de interés general para los usuarios de las vías.
- f) De servicios: Indican los lugares en donde se prestan servicios personales o a los automotores.
- g) De información turística: Transmiten información referente a atractivos (naturales y culturales) y facilidades turísticas.

### **Forma**

De acuerdo con su clasificación las señales informativas tendrán la siguiente forma:

- a) De identificación: Tienen forma de escudo.
- b) Postes de referencia: Son de forma rectangular.
- c) De destino: Son de forma rectangular, a excepción de la señal *informativa de decisión de destino* que tiene forma de flecha.
- d) De Información en ruta: Su forma es rectangular.
- e) De Información general: Son de forma rectangular.
- f) De servicios: Son de forma rectangular.
- g) De información turística: Son de forma cuadrada.

En el caso en que se requiera adosar placas que amplíen la información de las señales, éstas serán de forma rectangular y en ningún caso deberán tener un ancho superior al de la señal principal.

## Colores

Los colores deben ser utilizados conforme a la clasificación de las señales informativas y cumplir las especificaciones de la Norma Técnicas, así:

- a) De identificación: Fondo blanco, letras y/o números negros.
- b) Postes de referencia: Fondo blanco, letras y/o números negros
- c) De destino: Fondo blanco, letras, orlas, flechas y números en negro. En caso de ser elevadas, se utiliza el fondo verde y las letras, orla, flechas y números en blanco. En las señales *información previa de destino* elevadas, utilizada en zonas urbanas, que hagan referencia a destinos ubicados fuera de la ciudad, podrá reemplazarse el fondo verde por azul. Los esquemas urbanos incluidos en la señal *descripción de giros*, deberán ser de color gris.
- d) De información en ruta: Fondo blanco, letras, orlas, flechas y números en negro, a excepción de la señal *Nomenclatura urbana*, cuyo fondo es verde y las letras, orla, flechas y números son blancos. Estos mismos colores se utilizan para las señales elevadas “seguridad vial” y “geográfica”.
- e) De información general: Fondo azul, recuadro blanco, pictograma negro, flechas, números y/o letras blancas.
- f) De servicios: Fondo azul, recuadro blanco, pictograma negro, flechas, números y/o letras blancas, exceptuando la señal Primeros auxilios, cuyo pictograma es de color rojo.
- g) De información turística: Fondo azul, orla, pictograma, flechas números y/o letras blancas. En el caso en que se requiera adosar placas que amplíen la información de las señales, éstas serán de fondo blanco y orlas, textos, flechas y números de color negro.

## Ubicación

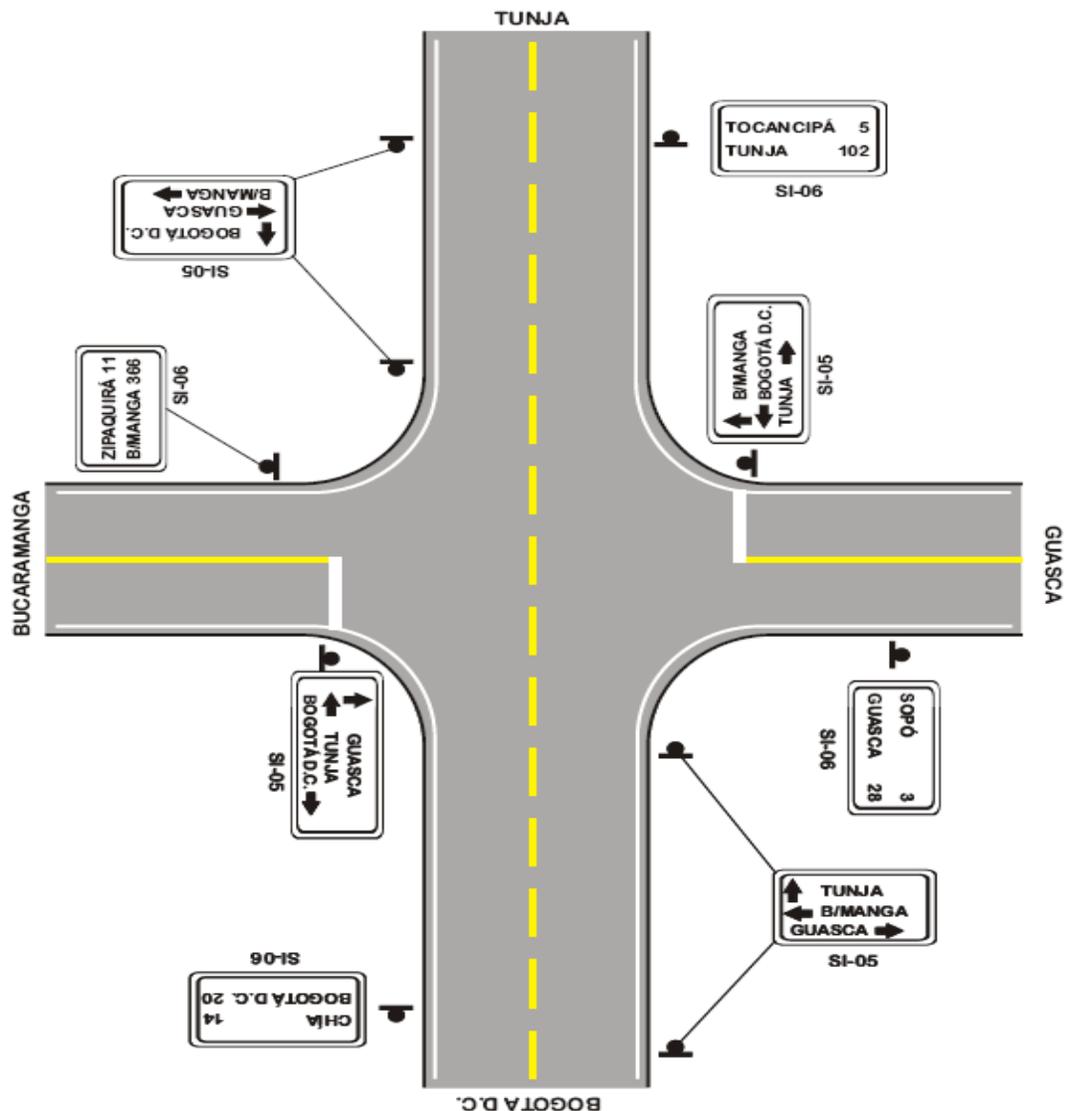
- a) De identificación: Se ubicarán adyacentes a las señales de destino que identifiquen la ruta a la cual se hace referencia.
- b) Postes de referencia: Estos postes se colocan en cada kilómetro de vía, en orden ascendente, a partir de un punto de referencia establecido conforme a las normas vigentes sobre el tema, así:

-Al lado derecho para carreteras de doble calzada.

-Alternando números pares por la derecha, con números impares por la izquierda, para carreteras de una calzada.

-Si por circunstancias físicas de la vía el poste no puede colocarse en la abscisa exacta, éste debe instalarse adelante o atrás de la abscisa correspondiente, a una distancia no mayor de 25m.; si aún persiste la imposibilidad de ubicarlo, puede omitirse.

c) De destino: En la figura 8-II se muestra un esquema general de la señalización informativa de una intersección, con la ubicación de señales informativas de destino.



## **MANTENIMIENTO**

Todas las señales que regulen el tránsito, deben permanecer en su correcta posición, limpias y legibles durante el tiempo que estén en la vía; se deben reemplazar aquéllas que por la actuación de agentes externos que las deterioren, no cumplan el objetivo para el cual fueron diseñadas e instaladas.

Dentro del programa de mantenimiento se deben reemplazar las señales defectuosas, las que por cualquier causa no permanezcan en su sitio, y retirar las que no cumplan una función específica porque han cesado las condiciones que obligaron a instalarlas.

Los programas de conservación deben incluir el reemplazo de los dispositivos defectuosos, el retiro de los que no cumplan con el objeto para el cual fueron diseñados.

### **3.9 PRESUPUESTO**

Dentro de los parámetros referenciales para realizar el presupuesto de la vía en estudio EL PRADO – FLOR DE LA MARIA se ha considerado datos muy importantes como: la cota de la sub rasante a lo largo de la vía de acceso que comunica EL PRADO al RECINTO FLOR DE LA MARIA, en la actualidad se conoce que la vía en estudio no sufre de inundaciones.

Para mayor detalle debemos señalar que en nuestro presupuesto contamos con los costos directos y costos indirectos de obra, para dar la noción del costo del proyecto objeto de estudio, detallando costos de los materiales de construcción y mano de obra tomados de Reajustes de Precios – Salarios Mínimos estipulados por Ley de la Contraloría General del Estado. Obteniendo finalmente un presupuesto acorde a las necesidades y requerimientos técnicos necesarios a considerar en su futura

construcción.

### **3.10 PROGRAMACION**

La programación de la vía EL PRADO – FLOR DE LA MARIA dependerá mucho de equipos, herramientas, personal y maquinarias pesadas adecuadas contratadas para concluir en una determinada fecha. Cabe señalar que en el transcurso de la construcción de la vía pueden existir muchos males o daños de maquinarias, la cual retrase el trabajo del mismo.

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>1,00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1,01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	M3	20.550,00	3,30	67.815,00
1,02	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	26.700,00	2,10	56.070,00
1,03	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES	GLOBAL	200,00	44,00	8.800,00
<b>SUBTOTAL A</b>					<b>132.685,00</b>
<b>2,00</b>	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>				
2,01	EXCAVACION Y RELLENO	M3	5.678,00	7,02	39.859,56
2,02	EXCAVACIÓN DE MATERIAL	M3	4.567,00	8,24	37.632,08
2,03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	M3	162,00	1,44	233,28
2,04	SUBBASE	M3	26.630,00	20,00	532.600,00
2,05	BASE	M3	3.204,00	22,00	70.488,00
2,06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	21.360,00	15,80	337.488,00
2,07	CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFALTICO e=7.5 cm	M2	26.020,00	16,20	421.524,00
2,08	SOBREACARREO DE MATERIAL	M3-KM	162,00	0.80	162,00
<b>SUBTOTAL B</b>					<b>1.439.986,92</b>
<b>3,00</b>	<b>DRENAJE Y ALCANTARILLADO</b>				
3,01	EXCAVACION PARA CUNETA	M3	866,28	4,80	4.158,14
3,02	CUNETAS DE HORMIGON SIMPLE DE F'C= 180 Kg/cm2	ML	3.470,00	340,00	1.179.800,00
3,03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE HORMIGON ARMADO D=40"	ML	141,00	45,00	6.345,00

					<b>SUBTOTAL C</b>	<b>1.190.303,14</b>
<b>4,00</b>	<b>SEÑALIZACION</b>					
4,01	LETREROS DE SEÑALIZACION	U	15,00	2.720,00	40.800,00	
4,02	LINEAS SOBRE LA CAPA DE RODADURA	ML	8.010,00	0,63	5.046,30	
4,03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO (DOBLE RIEGO PARA ESPALDONES)	M2	12,00	19,35	232,20	
					<b>SUBTOTAL D</b>	<b>46.078,50</b>
					<b>SUBTOTAL (A+B+C+D)</b>	<b>2.809.053,56</b>
					<b>IVA 12%</b>	<b>337.086,43</b>
					<b>TOTAL</b>	<b>3.146.139,99</b>

### **3.11 EVALUACION**

#### **3.11.1 SOCIAL**

El recinto FLOR DE LA MARIA pertenece al cantón Daule, provincia del guayas, esta vía permitirá generar grandes privilegios sociales en el sector, como generar fuentes de trabajo con mano de obra del sector durante la etapa constructiva, la realización de esta vía ayudara a los habitantes del recinto FLOR DE LA MARIA a trasladarse a centros de salud, escuelas y al intercambio comercial tanto en época de verano como en invierno. A su vez ayudara al traslado de productos entre los sectores aledaños, a la vez mejorar el ingreso de vehículos de recolección de basura y agua potable en menor tiempo. Ante todo lo expuesto podemos emitir que al llevarse a cabo la construcción de esta vía se mejorara notablemente económica y socialmente el sector, lo que permitirá el desarrollo sostenible de la zona y de la provincia.

#### **3.11.2 ECONOMICA**

Al tener un acceso óptimo se generara un levantamiento notable de plusvalía en terrenos, viviendas de la zona debido a la construcción de una nueva vía, ya que en la actualidad la vía no está en óptimas condiciones para circular.

Es importante considerar el presupuesto de la vía en estudio el mismo que puede ser perfectamente financiado por entidades ya sea de carácter público o privado definiendo así que el estudio en si es económicamente rentable, considerando todos los rubros que intervienen en el gran desarrollo de construcción de la vía.

No se puede dejar pasar por alto previo a la ejecución de una obra civil la

evolución económica del costo de la obra llamada presupuesto, con un valor estimado se puede determinar si una entidad sea pública o privada estará preparada para iniciar y concluir con la construcción de las vías y definir mediante evolución de la vía si es económicamente rentable, para realizar un estudio económico es necesario conocer todos los rubros que intervienen en la construcción en este caso el costo de la vía.

### **3.11.3 AMBIENTAL**

La Construcción de la vía de acceso, favorece Al recinto FLOR DE LA MARIA. En la fase de construcción existirán impactos negativos propio de esta actividad que son impactos inevitables pero son mitigables unos y previsible otros, donde se tomaron las medidas de compensación que disminuyan estos impactos negativos como, polvo, ruidos y además molestias causadas por el tiempo de duración de la construcción de la vía de acceso, y así la realización de este proyecto en las mejores condiciones minimizando el impacto negativo al medio ambiente y a la salud de los moradores

Sin embargo existen impactos positivos que ayudarán al desarrollo de la población, ya que mejorará las actividades de comercio, se crea temporales puestos de trabajos, contribuiremos al cuidado de nuestro medio ambiente el cual está siendo afectado por el calentamiento global.

El objetivo principal al realizar el impacto ambiental, es armonizar e integrar el medio ambiente con un proyecto o una actividad determinada, que es necesario realizar para lograr el desarrollo sostenible de cualquier zona.

### **3.12 CONCLUSIONES**

En el desarrollo de investigación de nuestro proyecto hemos podido determinar las necesidades tanto sociales, económicas, viales, de

salud del recinto FLOR DE L MARIA, que han detenido el desarrollo de esta población impidiendo su libre comunicación, ocasionando retraso y poco desarrollo comercial, es ahí la necesidad de buscar una alternativa que permita generar ingresos al sector, siendo la más factible una vía de acceso, por ello se ha analizado muchos aspectos como topografía, tráfico, velocidad de diseño, alineamiento horizontal, distancias de visibilidad, secciones transversales típicas y drenajes, buscando sobre todo la armonía entre la parte civil, económica, social y ambiental sabiendo que el objeto en estudio es ambientalmente factible y que generará impactos positivos a los usuarios de la vía y también al desarrollo socioeconómico de la región.

- Es emitente que cuando entre en ejecución, y construcción la vía será un gran beneficio mejorando el nivel de vida de las poblaciones y usuarios, incentivando así al turismo y al intercambio comercial entre los pueblos.

## **RECOMENDACIONES**

En el término de estudio y diseño de la vía EL PRADO – FLOR DE LA MARIA del Cantón Daule de la provincia del Guayas damos las siguientes recomendaciones a seguir en el proceso de construcción futura de la vía.

- Se recomienda no ejecutar la obra en época lluviosa ya que puede ocasionar grandes problemas de acceso de maquinarias y habitantes del sector lo que puede retrasar la construcción de la misma.

- Verificar que las maquinarias estén aptas para el trabajo de la vía.
- Instalar letrinas sanitarias en el campamento que deberán ser evacuadas periódicamente con todas las medidas necesarias de higiene.
- Instalación de guardianía para la seguridad de las maquinarias, equipos y herramientas durante la construcción.
- Determinar una bodega para guardar materiales de construcción de la vía.
- Determinar un sitio para depositar el material de desalojo y para depósito de basura.
- Se recomienda apartar un lugar para parquear toda la maquinaria pesada.
- En el transporte de material, los volquetes deben utilizar lona para evitar que el material se salga del cajón y cause problemas ensuciando calles.
- Humedecimiento en el área de proyecto para evitar el levantamiento de polvo durante el desalojo y colocación de los materiales.
- Los lubricantes de maquinarias utilizados deberán ser recolectados para su reciclaje y botadero.
- Colocar puentes de madera o caminos de acceso para personas para prevenir accidentes.
- Es importante además considerar que los costos de acuerdo a la fecha de presentación del proyecto de investigación, están sujetos a cambios por lo que se recomienda la actualización de los mismos, tomando en cuenta las variaciones de los rubros en el

momento de su ejecución. Considerar además que es importante respetar normas y reglamentos establecidos en los diseños.

- Como adicional hacemos hincapié que una vez construida la carretera se debe dar el mantenimiento respectivo , para asegurar el periodo de vida útil incentivando y perdurando la calidad vial para la comunicación entre los sectores de EL PRADO – FLOR DE LA MARIA permitiendo así el libre comercio e intercambio tanto comercial, y socio cultural.

## BIBLIOGRAFIA

- Blázquez, L. (1982). Mecánica de Suelos. En L. Blázquez, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, 2 da Edición. México: Dimsa.
- Barrios, A. R. (2004). Diseño geométrico y pavimentación de Carreteras, Universidad de San Carlos. Guatemala.
- Carlos, C. (1976-1980). Suelos y Cimentaciones. En C. Carlos, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, 6ta Edición). Mexico-Limusa: Lumisa.
- Corredor, G. (Agosto 2010). Vías Terrestres. En G. Corredor, Maestría en Vías Terrestres Módulo II . Managua: Universidad de Managua.
- Curso Post Universitario. (1991). Pavimentos Flexibles. En J. G, Fiscalización de la Construcción. Guayaquil.
- Jaramillo, Gustavo. (1991). Curso Post Universitario de Fiscalización en la Construcción de Carreteras. En J. Gustavo, Curso Post Universitario de Fiscalización en la Construcción de Carreteras. Guayaquil: Universidad Católica.
- Juan, M. (2002). Manual de Diseño de Carreteras. En M. Juan, Diseño de Carreteras. Quito.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2012, Volumen 1). Procedimiento para proyectos viales. Quito: Publicaciones MTOP.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2008). DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS. En MTOP, MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO. Quito, 1 era Edición: MTOP.

- Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (1998). Diseño Estructural de Caminos. En MTOP, Método AASHTO 93.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2008, 1era Edición). MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO. En MTOP, Transito de Carreteras. Quito: Publicaciones Ecuador.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2012, Volumen 2, Libro A). Procedimiento para proyectos viales. Quito: Publicaciones MTOP.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2013). Construcción de Caminos y Puentes. En MTOP, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. Quito, 1 era Edición.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2013, Volumen 3). Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. En MTOP, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. Quito: MTOP.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2012). NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIAL. En MTOP, NEVI-12. Quito: Volumen 2B, 1 era Edición.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2013). NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑO VIAL. En MTOP, NEVI-12. Quito: Volumen 2 Libro A.
- Mitón, T. (Febrero 2010). Manual de Pavimentos. En I. M. Torres, Manual de Pavimentos. Quito.
- Publicas, M. d. (2013). Especificaciones Generales Para Caminos y Puentes. En MTOP, Caminos y Puentes .Quito: Publicaciones Ecuador.

- Yáñez, G. (Septiembre 2013). Nota de Aula Diseño de Pavimentos. En G. Yáñez, Nota de Aula Diseño de Pavimentos Rígidos y flexibles. Quito: Universidad Católica

## GLOSARIO

**ALCANTARILLA:** Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, construido en forma transversal al eje ó siguiendo la orientación del curso de agua; puede ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas.

**ALTITUD:** Altura o distancia vertical de un punto superficial del terreno respecto al nivel del mar. Generalmente se identifica con la sigla “msnm” (metros sobre el nivel del mar).

**ALTIMETRÍA:** Conjunto de operaciones necesarias para definir y representar, numérica o gráficamente, las cotas de puntos del terreno.

**ALTÍMETRO:** Instrumento que indica la diferencia de altitud entre el punto donde se encuentra localizado y un punto de referencia; habitualmente se utiliza para conocer la altura sobre el nivel del mar de un punto.

**ANÁLISIS COSTO BENEFICIO:** Metodología de evaluación de un Proyecto de Inversión Pública (PIP) que consiste en identificar, cuantificar y valorar monetariamente los costos y beneficios generados por el PIP durante su vida útil, con el objeto de emitir un juicio sobre la conveniencia de su ejecución en lugar de otra alternativa.

**ANÁLISIS COSTO EFECTIVIDAD:** Metodología de evaluación de un Proyecto de Inversión Pública que consiste en comparar las intervenciones que producen similares beneficios esperados con el objeto de seleccionar la de menor costo dentro de los límites de una línea de corte. Se aplica en los

casos en los que no es posible efectuar una cuantificación adecuada de los beneficios en términos monetarios.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO O MECÁNICO:** Procedimiento para determinar la granulometría de un material ó la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.

**ARCILLAS:** Partículas finas con tamaño de grano menor a 2  $\mu\text{m}$  (0,002 mm) provenientes de la alteración física y química de rocas y minerales.

**ÁREA DE TRABAJO:** Superficie de terreno comprendida dentro de un perímetro donde se efectúa una obra y sus instalaciones complementarias tales como: almacenes, canteras, polvorines, accesos, depósitos de material excedente, plantas de producción de materiales, etc

**ASFALTO:** Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo.

**BASE:** Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

**BENCH MARK (BM):** Referencia topográfica de coordenada y altimetría de un punto marcado en el terreno, destinado a servir como control de la elaboración y replanteo de los planos de un proyecto vial.

**CALICATA:** Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente disturbadas.

**CALZADA:** Ver SUPERFICIE DE RODADURA.

**CANTERA:** Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras

**CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO:** Es la resistencia admisible del

suelo de cimentación considerando factores de seguridad apropiados al análisis que se efectúa.

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DEL TERRENO:** Es la presión requerida para producir la falla del terreno, sin considerar factores de seguridad.

**CARRETERA:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**CARRIL:** Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

**CBR (California Bearing Ratio):** Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.

**CONSOLIDACIÓN:** Reducción gradual en volumen de un suelo, como resultado de un incremento de las tensiones de compresión. Puede haber: i) Consolidación Inicial (compresión inicial), ii) Consolidación Primaria, iii) Consolidación Secundaria.

**CORTE (directo):** Ensayo según el cual un suelo sometido a una carga normal falla al moverse una sección con respecto a otra.

**COTA:** Altura de un punto sobre un plano horizontal de referencia.

**COTA DE RASANTE:** Valor numérico de un punto topográfico que representa el nivel terminado o rasante referido a un BENCH MARK (BM).

**COTA DE TERRENO:** Valor numérico de un punto topográfico del terreno referido a un BENCH MARK (BM).

**CUARTEO:** Procedimiento de reducción del tamaño de una muestra.

**CUNETAS:** Canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento.

**CURVA DE NIVEL:** Línea definida por la intersección del terreno con un plano horizontal estableciéndose una cota determinada, la curva de nivel une

puntos de igual cota.

**CURVA GRANULOMÉTRICA:** Representación gráfica de la granulometría y proporciona una visión objetiva de la distribución de tamaños del agregado. Se obtiene llevando en abscisas los logaritmos de las aberturas de los tamices y en las ordenadas los porcentajes que pasan o sus complementos a 100, que son los retenidos acumulados.

**CURVA HORIZONTAL:** Curva circular que une los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal.

**CURVA HORIZONTAL DE TRANSICIÓN:** Trazo de una línea curva de radio variable en planta, que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular o entre dos curvas circulares de radio diferente.

**CURVA VERTICAL:** Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente.

**DIAGRAMA DE MASAS:** Metodología de cómputo de transporte de materiales provenientes de movimiento de tierras que se utilizan para optimizar la inversión en costo de transporte.

**DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO:** Distancia necesaria para que, en condiciones de seguridad, un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto. En el caso más general es la suma de las distancias recorridas durante la maniobra de adelantamiento propiamente dicha, la maniobra de reincorporación a su carril delante del vehículo adelantado, y la distancia recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto.

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO:** Distancia mínima de visibilidad necesaria para que en condiciones de seguridad un vehículo pueda adelantar a otro.

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA:** Distancia mínima que necesita ver el conductor de un vehículo, delante de su vehículo, para detenerlo al observar un obstáculo ubicado en su carril, para evitar impactarlo.

**EJE DE LA CARRETERA:** Línea longitudinal que define el trazado en planta,

el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

**ESCORRENTÍA:** Agua de lluvia que discurre por la superficie del terreno.

**ESTACIÓN TOTAL:** Instrumentos topográfico que combina un teodolito electrónico y un medidor electrónico de distancias con su correspondiente microprocesador.

**GPS (SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL):** Es un instrumento de medición tridimensional utilizada en topografía para establecer puntos de control mediante coordenadas así como para definir posiciones exactas en cualquier lugar del mundo durante las 24 horas del día.

**GRANULOMETRÍA:** Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.

**MUESTRAS DE CAMPO:** Materiales obtenidos de un yacimiento, de un horizonte de suelo y que se reduce a tamaños, cantidades representativos y más pequeñas según procedimientos establecidos.

**RASANTE:** Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

**SUBBASE:** Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.

**SUBRASANTE:** Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

**TAMIZ:** Aparato, en un laboratorio, usado para separar tamaños de material, y donde las aberturas son cuadradas.

# ANEXOS

**Anexo #1**

**Certificación que no existen estudios técnicos y diseño del camino vecinal**

Guayaquil, Miércoles 7 de Octubre del 2014

Señor:

PEDRO OTTON SALAZAR BARZOLA

ALCALDE DEL GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO

MUNICIPALIDAD DEL CANTON DAULE

Ciudad.-

De mis consideraciones.

Por medio de la presente solicito a Usted, ordenar al departamento correspondiente se me entregue información sobre una vía del Cantón Daule que no tenga estudios realizados para poder presentar los estudios completos sobre la vía. El motivo de esta solicitud es para fines relacionados a mi tesis de culminación de carrera profesional de Ingeniería Civil, la misma que está orientada a las vías de comunicación.

Agradeciendo por la atención a la presente, me suscribo de Usted.

Atentamente,

  
Israel José Castro Martínez  
C.I. 0923031157

Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil.  
De la universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil



**INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR**  
**Monografía de Punto de Control Geodésico**



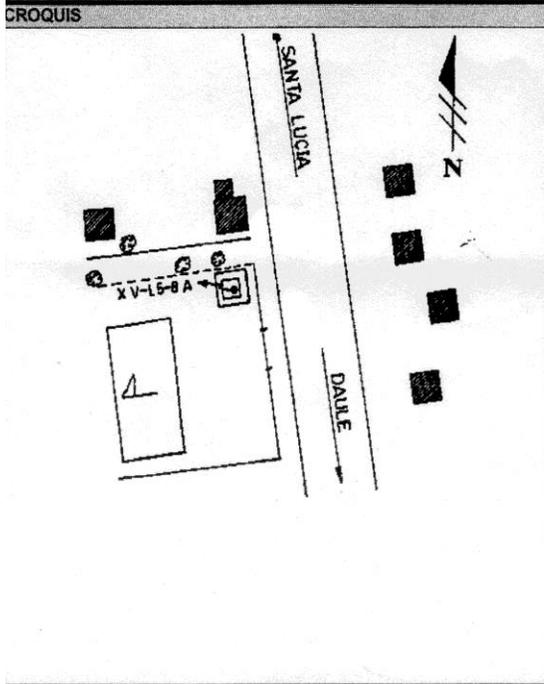
<b>Entidad Ejecutora:</b>	<b>Registro en el IGM:</b>	8330
<b>Proyecto:</b> RED SIRGAS	<b>Nombre del Punto:</b> XV-L5-8A	<b>Código del Punto:</b> 0906500010

<b>LOCALIZACIÓN DEL PUNTO</b>				
<b>Pais:</b> ECUADOR	<b>Provincia:</b> GUAYAS	<b>Cantón:</b> DAULE	<b>Parroquia:</b> DAULE	<b>Sitio:</b> LAS ANIMAS

<b>CONTROL HORIZONTAL</b>			
<b>Datum Horizontal:</b>		<b>Epoca de referencia:</b>	<b>Orden:</b>
Coordenadas Geográficas:		Coordenadas UTM:	
<b>Latitud (° ' ")</b> :	<b>Zona:</b>	<b>Fecha de determinación:</b>	
<b>Longitud (° ' ")</b> :	<b>Norte (m):</b>		
<b>Altura Elipsoidal (m):</b>	<b>Este (m):</b>		

<b>CONTROL VERTICAL:</b>			
<b>Datum Vertical:</b> NIVEL MEDIO DEL MAR		<b>Mareógrafo:</b> LA LIBERTAD	
<b>Línea Nivelación:</b> QUEVEDO - BALZAR - PALESTINA	<b>Código de la Línea:</b> Q-B	<b>Fecha de determinación:</b> 10-02-2011	<b>Coordenadas UTM Aprox.</b>
<b>Elevación (m):</b> 8,4118	<b>Tipo Nivelación:</b> GEOMETRICA	<b>Orden:</b> PRIMERO	<b>Zona:</b> 17 S <b>Norte (m):</b> 9798833 <b>Este (m):</b> 613295

<b>GRAVIMETRÍA:</b>			
<b>Datum Gravimétrico:</b>	<b>Valor de Gravedad (mGal):</b>	<b>Orden:</b>	<b>Fecha de determinación:</b>



**FOTOGRAFIA PANORÁMICA**

<b>UBICACIÓN</b>	<b>PLACA</b>
La placa se encuentra empotrada en la base superior de la sistema de la Escuela Fiscal Mixta No 9 Presidente Velasco Ibarra. El punto anterior se halla a 1.65 de distancia.	

**ACCESIBILIDAD**  
 Recomiendo a lo largo de la carretera Quevedo - Balzar - Nobol entre Santa Lucia y Daule, partiendo de la placa XV-L5-16A, en la iglesia de Santa Lucia el punto esta a 12.6 km al costado derecho de la vía a 15 m de su eje.

**INSCRIPCIÓN EN LA PLACA**  
 INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, SE PROHIBE DESTRUIR, PROYECTO XV-L5-8A, II-2011, QUITO-ECUADOR.

<b>MATERIALIZACIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
Placa	BUENO
	<b>Fecha de Última Visita:</b> 10-02-2011

<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>Elaborado por:</b>	<b>Ingresado:</b>	<b>Supervisado:</b>

**Anexo # 2**  
**VIA TOMADA DESDE GOOGLE EARTH**



### Anexo 3

#### LIBRETA DE CALCULOS

				PUNTOS			COTA	ABSCISA
-82	POS	TP	1	E01	10000	10008,492	5,901	
-83	POS	TP	2	TN1	9994,598	10010,03	5,962	
-84	POS	TP	3	asf	10006,889	9950,617	7,729	
-85	POS	TP	4	asf	9999,944	9947,365	7,727	
-86	POS	TP	5	asf	9997,752	9956,629	6,754	
-87	POS	TP	6	tn	9998,813	9956,757	6,947	
-88	POS	TP	7	tn	10004,313	9957,998	6,861	
-89	POS	TP	8	tn	10005,085	9958,6	6,683	
-90	POS	TP	9	tn	10001,2	9957,363	7,036	
-91	POS	TP	10	tn	10001,657	9977,55	6,219	
-92	POS	TP	11	tn	10003,709	9977,645	5,475	
-93	POS	TP	12	tn	9998,952	9977,567	6,391	
-94	POS	TP	13	tn	9996,333	9977,396	6,31	
-95	POS	TP	14	tn	9994,263	9977,245	5,639	
-96	POS	TP	15	tn	9994,801	10000,593	5,915	
-97	POS	TP	16	tn	9992,78	10000,466	5,433	
-98	POS	TP	17	tn	9997,289	10000,519	5,961	
-99	POS	TP	18	tn	10000,908	10001,033	5,912	
19700	POS	TP	19	tn	10002,84	10001,284	5,323	
19701	POS	TP	20	tn	10000,213	10022,627	5,866	
19702	POS	TP	21	tn	10002,13	10022,895	5,374	
19703	POS	TP	22	tn	9996,456	10022,201	6,083	
19704	POS	TP	23	tn	9993,773	10021,902	6,066	
19705	POS	TP	24	tn	9991,541	10021,682	5,389	
19706	POS	TP	25	tn	9991,802	10042,538	6,084	
19707	POS	TP	26	tn	9989,945	10042,461	5,593	
19708	POS	TP	27	tn	9994,957	10042,405	6,153	
19709	POS	TP	28	tn	9997,717	10042,55	6,082	
19710	POS	TP	29	tn	9998,911	10042,644	5,665	
19711	POS	TP	30	tn	9995,961	10062,693	6,137	
19712	POS	TP	31	tn	9997,563	10062,689	5,553	
19713	POS	TP	32	tn	9992,998	10062,217	6,196	
19714	POS	TP	33	tn	9990,201	10061,896	6,144	
19715	POS	TP	34	tn	9988,557	10061,791	5,479	
19716	POS	TP	35	tn	9988,716	10082,431	6,301	
19717	POS	TP	36	tn	9986,97	10082,447	5,521	

19718	POS	TP	37	tn	9991,69	10082,326	6,359	
19719	POS	TP	38	tn	9994,707	10082,38	6,319	
19720	POS	TP	39	tn	9996,368	10082,464	6,089	
19721	POS	TP	40	tn	9993,613	10104,216	6,345	
19722	POS	TP	41	tn	9995,69	10104,219	5,864	
19723	POS	TP	42	tn	9990,709	10104,016	6,383	
19724	POS	TP	43	tn	9987,407	10103,895	6,357	
19725	POS	TP	44	tn	9986,096	10103,896	5,575	
19726	POS	TP	45	tn	9986,097	10124,851	6,274	
19727	POS	TP	46	tn	9984,664	10124,828	5,708	
19728	POS	TP	47	tn	9989,135	10124,779	6,349	
19729	POS	TP	48	tn	9992,297	10124,943	6,243	
19730	POS	TP	49	tn	9993,491	10124,946	5,663	
19731	POS	TP	50	tn	9990,857	10146,974	6,349	
19732	POS	TP	51	tn	9993,219	10146,964	5,825	
19733	POS	TP	52	tn	9987,928	10146,659	6,385	
19734	POS	TP	53	tn	9984,795	10146,446	6,357	
19735	POS	TP	54	tn	9983,222	10146,316	5,757	
19736	POS	TP	55	tn	9983,274	10167,659	6,309	
19737	POS	TP	56	tn	9982,005	10167,536	5,533	
19738	POS	TP	57	tn	9986,33	10167,52	6,369	
19739	POS	TP	58	tn	9986,329	10167,522	6,373	
19740	POS	TP	59	tn	9989,031	10167,789	6,328	
19741	POS	TP	60	tn	9990,253	10167,842	5,623	
19742	POS	TP	61	tn	9987,626	10188,088	6,328	
19743	POS	TP	62	tn	9989,323	10188,036	5,679	
19744	POS	TP	63	tn	9985,24	10187,724	6,341	
19745	POS	TP	64	tn	9981,868	10187,645	6,31	
19746	POS	TP	65	tn	9980,579	10187,67	5,501	
19747	POS	TP	66	tn	9980,442	10208,033	6,386	
19748	POS	TP	67	tn	9979,166	10208,17	5,707	
19749	POS	TP	68	tn	9983,187	10208,27	6,432	
19750	POS	TP	69	tn	9986,287	10208,364	6,335	
19751	POS	TP	70	tn	9987,496	10208,254	5,627	
19752	POS	TP	71	E2	9985,935	10210,058	6,37	
19753	POS	TP	72	E1	10000,019	10000,008	5,965	
19754	POS	TP	73	TN	9984,532	10226,22	6,371	
19755	POS	TP	74	TN	9985,829	10226,323	5,714	
19756	POS	TP	75	TN	9982,081	10225,764	6,396	
19757	POS	TP	76	TN	9979,123	10225,564	6,323	
19758	POS	TP	77	TN	9978,025	10225,396	5,799	
19759	POS	TP	78	TN	9976,617	10242,531	5,712	
19760	POS	TP	79	TN	9977,902	10242,457	6,299	

19761	POS	TP	80	TN	9980,657	10242,419	6,327	
19762	POS	TP	81	TN	9983,341	10242,58	6,322	
19763	POS	TP	82	TN	9984,53	10242,648	5,769	
19764	POS	TP	83	TN	9983,257	10259,36	5,644	
19765	POS	TP	84	TN	9982,051	10259,139	6,168	
19766	POS	TP	85	TN	9979,301	10258,875	6,23	
19767	POS	TP	86	TN	9976,752	10258,606	6,269	
19768	POS	TP	87	TN	9975,349	10258,426	5,659	
19769	POS	TP	88	TN	9974,756	10274,562	5,787	
19770	POS	TP	89	TN	9975,948	10274,621	6,252	
19771	POS	TP	90	TN	9978,397	10274,656	6,29	
19772	POS	TP	91	TN	9981,002	10274,388	6,29	
19773	POS	TP	92	TN	9982,202	10274,37	5,697	
19774	POS	TP	93	TN	9980,865	10294,192	5,71	
19775	POS	TP	94	TN	9979,693	10293,914	6,28	
19776	POS	TP	95	TN	9977,223	10293,75	6,327	
19777	POS	TP	96	TN	9974,523	10293,386	6,293	
19778	POS	TP	97	TN	9973,499	10293,27	5,758	
19779	POS	TP	98	TN	9972,183	10311,712	6,093	
19780	POS	TP	99	TN	9973,172	10311,74	6,367	
19781	POS	TP	100	TN	9975,828	10311,739	6,386	
19782	POS	TP	101	TN	9978,402	10311,759	6,359	
19783	POS	TP	102	TN	9979,585	10311,808	5,872	
19784	POS	TP	103	TN	9978,05	10332,773	5,828	
19785	POS	TP	104	TN	9976,886	10332,351	6,442	
19786	POS	TP	105	TN	9974,103	10332,158	6,445	
19787	POS	TP	106	TN	9971,485	10331,864	6,445	
19788	POS	TP	107	E3	9976,87	10330,82	6,385	
19789	POS	KI	108		9985,935	10210,058	6,37	
19790	POS	TP	109	E2	9985,938	10210,062	6,382	
19791	POS	TP	110	TN	9966,542	10332,659	6,526	
19792	POS	TP	111	TN	9969,363	10331,66	5,715	
19793	POS	TP	112	TN	9974,004	10331,621	6,469	
19794	POS	TP	113	TN	9976,902	10332,004	6,424	
19795	POS	TP	114	TN	9978,217	10334,033	5,656	
19796	POS	TP	115	TN	9975,195	10357,667	6,516	
19797	POS	TP	116	TN	9976,742	10357,681	5,923	
19798	POS	TP	117	TN	9972,676	10357,423	6,53	
19799	POS	TP	118	TN	9969,45	10357,185	6,524	
19800	POS	TP	119	TN	9967,519	10356,944	5,669	
19801	POS	TP	120	TN	9967,76	10379,919	6,615	
19802	POS	TP	121	TN	9970,496	10379,813	6,6	
19803	POS	TP	122	TN	9973,381	10380,18	6,6	
19804	POS	TP	123	TN	9975,258	10380,195	5,843	

19805	POS	TP	124	TN	9971,782	10402,675	6,682	
19806	POS	TP	125	TN	9973,057	10402,703	5,647	
19807	POS	TP	126	TN	9966,131	10402,182	6,728	
19808	POS	TP	127	TN	9964,005	10401,888	5,69	
19809	POS	TP	128	TN	9964,323	10425,277	6,751	
19810	POS	TP	129	TN	9962,161	10425,155	5,847	
19811	POS	TP	130	TN	9966,886	10425,171	6,797	
19812	POS	TP	131	TN	9969,854	10425,42	6,733	
19813	POS	TP	132	TN	9971,385	10425,819	6,225	
19814	POS	TP	133	E4	9970,211	10419,011	6,725	
19815	POS	KI	134		9976,87	10330,82	6,385	
19816	POS	KI	135		9976,87	10330,82	6,385	
19817	POS	TP	136	E3	9976,876	10330,831	6,419	
19818	POS	TP	137	ALC	9971,421	10430,424	6,149	
19819	POS	TP	138	ALC	9971,491	10429,995	6,156	
19820	POS	TP	139	ALC	9972,047	10429,624	6,179	
19821	POS	TP	140	ALC	9973,773	10433,901	5,996	
19822	POS	TP	141	ALC	9972,953	10428,459	6,21	
19823	POS	TP	142	ALC	9973,607	10428,686	6,105	
19824	POS	TP	143	ALC	9973,843	10430,64	6,129	
19825	POS	TP	144	ALC	9973,693	10432,462	6,247	
19826	POS	TP	145	ALC	9971,249	10432,306	6,283	
19827	POS	TP	146	ALC	9971,239	10431,572	6,004	
19828	POS	TP	147	INV	9971,186	10431,135	5,214	
19829	POS	TP	148	TN	9969,706	10451,536	6,109	
19830	POS	TP	149	TN	9968,406	10451,221	6,766	
19831	POS	TP	150	TN	9965,615	10450,723	6,809	
19832	POS	TP	151	TN	9962,683	10450,426	6,714	
19833	POS	TP	152	TN	9961,588	10450,521	6,021	
19834	POS	TP	153	TN	9959,387	10471,191	6,068	
19835	POS	TP	154	TN	9961,03	10471,077	6,75	
19836	POS	TP	155	TN	9963,868	10471,205	6,804	
19837	POS	TP	156	TN	9966,47	10471,195	6,752	
19838	POS	TP	157	TN	9967,876	10471,386	6,225	
19839	POS	TP	158	TN	9965,271	10494,892	5,906	
19840	POS	TP	159	TN	9963,837	10494,439	6,788	
19841	POS	TP	160	TN	9961,25	10494,064	6,845	
19842	POS	TP	161	TN	9958,764	10493,651	6,845	
19843	POS	TP	162	TN	9958,056	10494,509	6,723	
19844	POS	TP	163	TN	9955,462	10515,269	6,491	
19845	POS	TP	164	TN	9956,473	10515,338	6,855	
19846	POS	TP	165	TN	9958,925	10515,511	6,864	
19847	POS	TP	166	TN	9961,542	10515,434	6,839	
19848	POS	TP	167	TN	9963,108	10515,518	5,943	
19849	POS	TP	168	TN	9960,78	10539,176	6,509	

19850	POS	TP	169	TN	9959,554	10538,908	6,795	
19851	POS	TP	170	TN	9956,809	10538,784	6,795	
19852	POS	TP	171	TN	9954,209	10538,435	6,681	
19853	POS	TP	172	TN	9953	10538,256	6,1	
19854	POS	TP	173	TN	9951,669	10561,692	6,279	
19855	POS	TP	174	TN	9952,799	10561,648	6,708	
19856	POS	TP	175	TN	9955,298	10561,567	6,753	
19857	POS	TP	176	TN	9957,369	10561,61	6,746	
19858	POS	TP	177	E5	9957,417	10562,169	6,729	
19859	POS	TP	178	E4	9970,227	10419,024	6,76	
19860	POS	TP	179	E4	9957,227	10589,369	6,298	
19861	POS	TP	180	TN	9956,202	10589,118	6,816	
19862	POS	TP	181	TN	9954,086	10588,994	6,829	
19863	POS	TP	182	TN	9951,508	10588,727	6,866	
19864	POS	TP	183	TN	9950,477	10588,591	6,602	
19865	POS	TP	184	TN	9948,69	10612,22	6,546	
19866	POS	TP	185	TN	9949,715	10612,096	6,791	
19867	POS	TP	186	TN	9952,053	10612,122	6,78	
19868	POS	TP	187	TN	9954,468	10612,128	6,75	
19869	POS	TP	188	TN	9955,467	10612,072	6,461	
19870	POS	TP	189	TN	9955,189	10635,158	6,068	
19871	POS	TP	190	TN	9953,49	10634,976	6,788	
19872	POS	TP	191	TN	9951,163	10634,805	6,884	
19873	POS	TP	192	TN	9948,505	10634,623	6,796	
19874	POS	TP	193	TN	9947,797	10634,387	6,405	
19875	POS	TP	194	TN	9953,144	10658,691	6,832	
19876	POS	TP	195	TN	9952,049	10658,651	6,896	
19877	POS	TP	196	TN	9950,285	10658,616	6,959	
19878	POS	TP	197	TN	9947,545	10658,518	6,887	
19879	POS	TP	198	TN	9946,915	10658,496	6,629	
19880	POS	TP	199	TN	9946,243	10679,59	6,497	
19881	POS	TP	200	TN	9947,063	10679,596	6,808	
19882	POS	TP	201	TN	9949,272	10679,552	6,842	
19883	POS	TP	202	TN	9951,05	10679,674	6,788	
19884	POS	TP	203	TN	9953,663	10679,548	6,09	
19885	POS	TP	204	E6	9952,917	10641,955	6,801	
19886	POS	TP	205	E5	9957,43	10562,208	6,758	
19887	POS	TP	206	TN	9952,395	10700,121	6,253	
19888	POS	TP	207	TN	9951,279	10699,828	6,824	
19889	POS	TP	208	TN	9948,941	10699,725	6,851	
19890	POS	TP	209	TN	9946,218	10699,426	6,79	
19891	POS	TP	210	TN	9945,21	10699,358	6,424	
19892	POS	TP	211	TN	9944,401	10720,135	6,367	
19893	POS	TP	212	TN	9945,434	10720,011	6,683	
19894	POS	TP	213	TN	9947,582	10720,318	6,759	

19895	POS	TP	214	TN	9949,496	10720,187	6,672	
19896	POS	TP	215	TN	9950,582	10720,257	6,573	
19897	POS	TP	216	TN	9942,959	10742,365	6,476	
19898	POS	TP	217	TN	9944,064	10742,273	6,838	
19899	POS	TP	218	TN	9946,386	10742,348	6,899	
19900	POS	TP	219	TN	9948,845	10742,424	6,825	
19901	POS	TP	220	TN	9949,836	10742,885	6,696	
19902	POS	TP	221	TN	9948,801	10765,121	6,799	
19903	POS	TP	222	TN	9948,253	10765,006	6,778	
19904	POS	TP	223	TN	9946,02	10764,951	6,867	
19905	POS	TP	224	TN	9943,457	10764,816	6,784	
19906	POS	TP	225	TN	9942,564	10764,707	6,392	
19907	POS	TP	226	TN	9941,172	10785,839	6,493	
19908	POS	TP	227	TN	9942,158	10785,838	6,807	
19909	POS	TP	228	TN	9944,328	10785,825	6,856	
19910	POS	TP	229	TN	9946,447	10785,98	6,741	
19911	POS	TP	230	TN	9947,946	10786,205	6,636	
19912	POS	TP	231	TN	9947,778	10786,099	6,706	
19913	POS	TP	232	TN	9946,651	10809,293	6,479	
19914	POS	TP	233	TN	9945,808	10809,064	6,917	
19915	POS	TP	234	TN	9943,407	10808,924	6,933	
19916	POS	TP	235	TN	9940,628	10808,633	6,872	
19917	POS	TP	236	TN	9939,794	10808,695	6,438	
19918	POS	TP	237	TN	9938,753	10831,998	6,424	
19919	POS	TP	238	TN	9939,656	10831,857	6,84	
19920	POS	TP	239	TN	9942,069	10831,935	6,854	
19921	POS	TP	240	TN	9944,326	10831,856	6,817	
19922	POS	TP	241	TN	9945,998	10831,91	6,227	
19923	POS	TP	242	TN	9944,878	10854,86	6,468	
19924	POS	TP	243	TN	9943,657	10854,756	6,907	
19925	POS	TP	244	TN	9941,447	10854,599	6,912	
19926	POS	TP	245	TN	9939,252	10854,468	6,866	
19927	POS	TP	246	TN	9938,96	10854,431	6,84	
19928	POS	TP	247	TN	9937,611	10877,143	6,929	
19929	POS	TP	248	TN	9938,26	10877,104	6,912	
19930	POS	TP	249	TN	9940,148	10877,197	6,969	
19931	POS	TP	250	TN	9941,945	10877,284	6,974	
19932	POS	TP	251	TN	9943,271	10877,424	6,609	
19933	POS	TP	252	E7	9940,779	10896,205	7,021	
19934	POS	TP	253	E6	9952,908	10642,029	6,819	
19935	POS	TP	254	TN	9940,247	10918,801	7,028	
19936	POS	TP	255	TN	9942	10918,904	6,187	
19937	POS	TP	256	TN	9934,94	10919,011	6,971	
19938	POS	TP	257	TN	9934,246	10919	6,62	
19939	POS	TP	258	TN	9933,914	10942,068	6,973	

19940	POS	TP	259	TN	9932,957	10942,035	6,484	
19941	POS	TP	260	TN	9936,289	10941,913	7,087	
19942	POS	TP	261	TN	9939,166	10942,069	7,077	
19943	POS	TP	262	TN	9940,278	10942,035	6,341	
19944	POS	TP	263	TN	9937,952	10964,535	7,033	
19945	POS	TP	264	TN	9939,631	10964,353	6,203	
19946	POS	TP	265	TN	9935,565	10964,503	7,078	
19947	POS	TP	266	TN	9932,747	10964,394	7,025	
19948	POS	TP	267	TN	9931,959	10964,373	6,692	
19949	POS	TP	268	TN	9930,886	10986,656	7,095	
19950	POS	TP	269	TN	9930,136	10986,675	6,928	
19951	POS	TP	270	TN	9933,422	10986,79	7,174	
19952	POS	TP	271	TN	9936,356	10986,961	7,11	
19953	POS	TP	272	TN	9937,491	10986,968	6,36	
19954	POS	TP	273	TN	9934,149	11010,711	7,083	
19955	POS	TP	274	TN	9935,363	11010,814	6,326	1+760
19956	POS	TP	275	TN	9931,924	11010,593	7,138	1+760
19957	POS	TP	276	TN	9928,977	11010,598	7,1	1+760
19958	POS	TP	277	TN	9927,96	11010,541	6,785	1+760
19959	POS	TP	278	TN	9926,021	11034,902	6,99	
19960	POS	TP	279	TN	9925,285	11034,883	6,666	
19961	POS	TP	280	TN	9928,613	11035,026	7,112	
19962	POS	TP	281	TN	9931,748	11035,282	7,075	
19963	POS	TP	282	TN	9932,899	11035,337	6,396	
19964	POS	TP	283	TN	9928,802	11058,276	7,143	
19965	POS	TP	284	TN	9930,079	11058,368	6,414	
19966	POS	TP	285	TN	9926,494	11057,907	7,135	
19967	POS	TP	286	TN	9923,98	11057,696	7,112	
19968	POS	TP	287	TN	9923,362	11057,622	7,005	
19969	POS	TP	288	TN	9925,83	11081,325	7,133	
19970	POS	TP	289	TN	9927,034	11081,471	6,39	
19971	POS	TP	290	TN	9923,015	11080,926	7,214	
19972	POS	TP	291	TN	9920,838	11081,017	7,178	
19973	POS	TP	292	E8	9925,184	11082,901	7,162	
19974	POS	KI	293		9940,779	10896,205	7,021	
19975	POS	TP	294	E7	9940,774	10896,265	7,035	
19976	POS	TP	295	TN	9921,488	11103,729	7,359	
19977	POS	TP	296	TN	9924,398	11103,999	7,06	
19978	POS	TP	297	TN	9926,13	11103,96	6,995	
19979	POS	TP	298	TN	9925,662	11107,86	7,044	
19980	POS	TP	299	TN	9923,324	11110,731	7,295	
19981	POS	TP	300	TN	9921,486	11113,85	7,368	
19982	POS	TP	301	TN	9918,279	11114,014	7,459	
19983	POS	TP	302	TN	9915,193	11110,466	7,46	
19984	POS	TP	303	TN	9914,728	11104,88	7,288	

19985	POS	TP	304	TN	9913,678	11104,185	6,754	
19986	POS	TP	305	TN	9912,176	11107,842	7,193	
19987	POS	TP	306	TN	9911,496	11107,066	6,677	
19988	POS	TP	307	TN	9908,922	11110,229	7,221	
19989	POS	TP	308	TN	9908,424	11109,359	6,762	
19990	POS	TP	309	TN	9900,956	11112,335	7,366	
19991	POS	TP	310	TN	9900,642	11110,406	6,964	
19992	POS	TP	311	TN	9907,483	11117,16	7,507	
19993	POS	TP	312	TN	9907,815	11119,185	6,949	
19994	POS	TP	313	TN	9899,673	11116,876	7,523	
19995	POS	TP	314	TN	9899,779	11118,836	6,851	
19996	POS	TP	315	TN	9899,42	11114,591	7,474	
19997	POS	TP	316	TN	9875,477	11109,791	7,386	
19998	POS	TP	317	TN	9875,616	11108,909	6,898	
19999	POS	TP	318	TN	9875,526	11112,212	7,439	
20000	POS	TP	319	TN	9875,157	11114,538	7,409	
20001	POS	TP	320	TN	9875,03	11115,462	6,863	
20002	POS	TP	321	TN	9851,379	11112,912	7,401	
20003	POS	TP	322	TN	9851,071	11115,041	6,986	
20004	POS	TP	323	TN	9851,557	11110,21	7,415	
20005	POS	TP	324	TN	9851,829	11107,546	7,305	
20006	POS	TP	325	TN	9852,04	11106,69	6,731	
20007	POS	TP	326	TN	9828,22	11105,235	7,379	
20008	POS	TP	327	TN	9828,376	11104,316	6,739	
20009	POS	TP	328	TN	9828,199	11108,515	7,462	
20010	POS	TP	329	TN	9828,048	11111,451	7,421	
20011	POS	TP	330	TN	9827,954	11113,164	6,929	
20012	POS	TP	331	TN	9804,743	11108,575	7,396	
20013	POS	TP	332	TN	9804,693	11109,901	6,799	
20014	POS	TP	333	TN	9805,07	11106,004	7,433	
20015	POS	TP	334	TN	9805,611	11101,569	6,804	
20016	POS	TP	335	TN	9781,316	11099,911	7,326	
20017	POS	TP	336	TN	9781,467	11098,877	6,803	
20018	POS	TP	337	TN	9781,334	11103,068	7,372	
20019	POS	TP	338	TN	9780,928	11106,316	7,314	
20020	POS	TP	339	TN	9780,825	11107,408	6,803	
20021	POS	TP	340	TN	9756,956	11104,464	7,376	
20022	POS	TP	341	TN	9756,872	11105,741	6,829	2+140
20023	POS	TP	342	TN	9757,068	11101,164	7,4	2+140
20024	POS	TP	343	TN	9757,393	11097,868	7,28	2+140
20025	POS	TP	344	TN	9757,533	11096,635	6,77	2+140
20026	POS	TP	345	E9	9757,353	11098,044	7,288	
20027	POS	TP	346	E10	9747,356	11097,209	7,275	
20028	POS	TP	347	E9	9757,383	11098,025	7,303	
20029	POS	TP	348	TN	9737,619	11095,407	7,01	

20030	POS	TP	349	TN	9737,635	11096,172	7,292	
20031	POS	TP	350	TN	9737,372	11098,826	7,385	
20032	POS	TP	351	TN	9737,022	11102,186	7,35	
20033	POS	TP	352	TN	9736,89	11103,473	7,067	
20034	POS	TP	353	TN	9714,432	11100,383	7,071	
20035	POS	TP	354	TN	9714,656	11099,375	7,32	
20036	POS	TP	355	TN	9714,956	11097,004	7,339	
20037	POS	TP	356	TN	9715,298	11093,794	7,252	
20038	POS	TP	357	TN	9715,424	11092,563	6,818	
20039	POS	TP	358	TN	9691,52	11090,477	6,947	
20040	POS	TP	359	TN	9691,372	11091,802	7,348	
20041	POS	TP	360	TN	9691,084	11094,368	7,423	
20042	POS	TP	361	TN	9691,394	11096,977	7,423	
20043	POS	TP	362	TN	9691,996	11098,272	7,288	
20044	POS	TP	363	TUB	9692,564	11099,468	6,763	
20045	POS	TP	364	TUB	9692,882	11099,975	6,263	
20046	POS	TP	365	TUB	9692,64	11100,391	6,632	
20047	POS	TP	366	TUB	9691,469	11101,063	7,362	
20048	POS	TP	367	VIA	9686,373	11100,865	7,514	
20049	POS	TP	368	VIA	9686,685	11103,577	7,59	
20050	POS	TP	369	VIA	9690,632	11103,353	7,519	
20051	POS	TP	370	TN	9673,571	11095,962	7,298	
20052	POS	TP	371	TN	9673,66	11094,38	7,516	
20053	POS	TP	372	TN	9673,871	11092,461	7,487	
20054	POS	TP	373	TN	9674,142	11089,57	7,46	
20055	POS	TP	374	TN	9674,181	11088,395	7,033	
20056	POS	TP	375	TN	9655,785	11086,47	7,127	
20057	POS	TP	376	TN	9655,679	11087,791	7,56	
20058	POS	TP	377	TN	9655,5	11089,814	7,592	
20059	POS	TP	378	TN	9654,604	11092,884	7,66	
20060	POS	TP	379	TN	9654,163	11094,561	7,49	
20061	POS	TP	380	TN	9631,323	11091,996	7,385	
20062	POS	TP	381	TN	9631,403	11090,298	7,577	
20063	POS	TP	382	TN	9631,378	11087,895	7,578	
20064	POS	TP	383	TN	9631,468	11084,227	7,364	
20065	POS	TP	384	TN	9631,522	11083,243	7,095	
20066	POS	TP	385	TN	9608,576	11081,267	7,268	
20067	POS	TP	386	TN	9608,503	11082,799	7,482	
20068	POS	TP	387	TN	9608,296	11085,264	7,522	
20069	POS	TP	388	TN	9607,835	11088,516	7,472	
20070	POS	TP	389	TN	9607,738	11089,165	7,221	
20071	POS	TP	390	TN	9583,868	11088,22	7,055	
20072	POS	TP	391	TN	9583,988	11086,994	7,432	
20073	POS	TP	392	TN	9584,151	11084,568	7,547	
20074	POS	TP	393	TN	9584,291	11081,089	7,524	

20075	POS	TP	394	TN	9584,313	11079,437	7,27	
20076	POS	TP	395	TN	9584,352	11079,425	7,27	
20077	POS	TP	396	TN	9560,646	11079,094	7,508	
20078	POS	TP	397	TN	9560,604	11080,843	7,812	
20079	POS	TP	398	TN	9560,562	11082,841	7,812	
20080	POS	TP	399	TN	9560,247	11085,205	7,835	
20081	POS	TP	400	TN	9559,878	11086,244	7,804	
20082	POS	TP	401	TN	9559,918	11086,164	7,804	
20083	POS	TP	402	E11	9545,806	11084,71	7,894	
20084	POS	TP	403	E10	9747,328	11097,222	7,279	
20085	POS	TP	404	Tn	9521,781	11086,138	7,406	
20086	POS	TP	405	Tn	9522,161	11084,896	7,748	
20087	POS	TP	406	Tn	9522,218	11082,256	7,748	
20088	POS	TP	407	Tn	9522,403	11079,478	7,671	
20089	POS	TP	408	Tn	9522,407	11078,409	7,261	
20090	POS	TP	409	Tn	9502,073	11077,583	7,288	
20091	POS	TP	410	Tn	9502,2	11079,029	7,625	
20092	POS	TP	411	Tn	9501,872	11081,62	7,625	
20093	POS	TP	412	Tn	9501,814	11084,544	7,653	
20094	POS	TP	413	Tn	9501,667	11085,958	7,344	
20095	POS	TP	414	Tn	9482,709	11076,237	7,332	
20096	POS	TP	415	Tn	9482,797	11077,407	7,647	
20097	POS	TP	416	Tn	9482,657	11080,434	7,611	
20098	POS	TP	417	Tn	9482,488	11083,402	7,589	
20099	POS	TP	418	Tn	9482,395	11084,708	7,171	
20100	POS	TP	419	Tn	9458,838	11082,407	7,315	
20101	POS	TP	420	Tn	9459,159	11081,001	7,627	
20102	POS	TP	421	Tn	9459,649	11078,341	7,601	
20103	POS	TP	422	Tn	9459,834	11075,535	7,54	
20104	POS	TP	423	Tn	9460,085	11073,733	7,027	
20105	POS	TP	424	Tn	9437,791	11070,838	6,988	
20106	POS	TP	425	Tn	9437,773	11072,624	7,585	
20107	POS	TP	426	Tn	9437,515	11075,037	7,627	
20108	POS	TP	427	Tn	9437,283	11078,212	7,627	
20109	POS	TP	428	Tn	9437,017	11080,275	7,286	
20110	POS	TP	429	Tn	9413,026	11072,074	7,673	
20111	POS	TP	430	Tn	9414,075	11070,286	7,758	
20112	POS	TP	431	Tn	9415,182	11068,025	7,668	
20113	POS	TP	432	Tn	9416,211	11066,086	7,574	
20114	POS	TP	433	Tn	9419,923	11066,224	7,144	
20115	POS	TP	434	Tn	9398,815	11054,325	7,127	
20116	POS	TP	435	Tn	9398,211	11055,913	7,687	
20117	POS	TP	436	Tn	9397,067	11057,918	7,731	
20118	POS	TP	437	Tn	9390,2	11057,128	7,73	
20119	POS	TP	438	Tn	9388,558	11057,128	7,586	

20120	POS	TP	439	Tn	9370,716	11045,965	7,603	
20121	POS	TP	440	Tn	9371,661	11045,074	7,768	
20122	POS	TP	441	Tn	9372,894	11043,065	7,833	
20123	POS	TP	442	Tn	9374,506	11040,568	7,751	
20124	POS	TP	443	Tn	9375,338	11039,224	7,131	
20125	POS	TP	444	E12	9364,511	11034,593	7,791	
20126	POS	TP	445	E11	9545,771	11084,695	7,911	
20127	POS	TP	446	TUB	9557,665	11087,882	7,64	
20128	POS	TP	447	TUB	9557,514	11087,001	7,616	
20129	POS	TP	448	TUB	9557,152	11087,158	6,909	
20130	POS	TP	449	TUB	9556,799	11087,508	7,597	
20131	POS	TP	450	TUB	9558,91	11077,799	7,611	
20132	POS	TP	451	TUB	9558,536	11077,158	7,539	
20133	POS	TP	452	TUB	9557,691	11077,43	6,715	
20134	POS	TP	453	TUB	9556,162	11077,349	7,555	
20135	POS	TP	454	TN	9351,499	11033,887	7,658	
20136	POS	TP	455	TN	9352,383	11032,72	7,81	
20137	POS	TP	456	TN	9353,473	11030,827	7,91	
20138	POS	TP	457	TN	9355,057	11028,073	7,878	
20139	POS	TP	458	TN	9355,548	11027,345	7,61	
20140	POS	TP	459	TN	9338,853	11015,282	7,452	
20141	POS	TP	460	TN	9338,151	11016,135	7,84	
20142	POS	TP	461	TN	9336,538	11018,248	7,943	
20143	POS	TP	462	TN	9334,66	11020,64	7,847	
20144	POS	TP	463	TN	9333,854	11021,85	7,633	
20145	POS	TP	464	TN	9316,357	11010,004	7,848	
20146	POS	TP	465	TN	9317,327	11008,26	7,92	
20147	POS	TP	466	TN	9318,441	11006,066	8,007	
20148	POS	TP	467	TN	9320,099	11003,487	7,835	
20149	POS	TP	468	TN	9320,658	11002,339	7,556	
20150	POS	TP	469	TN	9300,138	10990,245	7,757	
20151	POS	TP	470	TN	9299,47	10991,616	8,044	
20152	POS	TP	471	TN	9298,034	10993,77	8,12	
20153	POS	TP	472	TN	9296,1	10996,901	7,948	
20154	POS	TP	473	TN	9295,265	10998,279	7,59	
20155	POS	TP	474	TN	9278,672	10990,378	7,873	
20156	POS	TP	475	TN	9278,913	10988,061	8,066	
20157	POS	TP	476	TN	9278,775	10986,102	8,164	
20158	POS	TP	477	TN	9279	10983,553	8,005	
20159	POS	TP	478	TN	9279,334	10980,986	7,733	
20160	POS	TP	479	E13	9285,651	10985,782	8,153	
20161	POS	TP	480	E12	9364,461	11034,591	7,803	
20162	POS	TP	481	TN	9309,622	11009,657	7,777	
20163	POS	TP	482	TN	9306,165	11013	7,728	
20164	POS	TP	483	TN	9302,207	11008,665	7,744	

20165	POS	TP	484	TN	9302,66	11002,76	7,858	
20166	POS	TP	485	CAN	9289,758	10980,046	6,59	
20167	POS	TP	486	CAN	9296,492	10983,582	6,615	
20168	POS	TP	487	TN	9283,462	10993,69	7,475	
20169	POS	TP	488	TN	9280,01	10992,215	7,557	
20170	POS	TP	489	TN	9279,977	10990,529	7,851	
20171	POS	TP	490	TN	9280,251	10987,78	8,128	
20172	POS	TP	491	TN	9280,309	10984,496	8,076	
20173	POS	TP	492	TN	9280,26	10982,721	7,934	
20174	POS	TP	493	TN	9275,362	10978,373	7,827	
20175	POS	TP	494	TN	9273,305	10983,181	7,748	
20176	POS	TP	495	TN	9273,825	10985,223	8,091	
20177	POS	TP	496	TN	9274,07	10988,152	8,119	
20178	POS	TP	497	TN	9274,268	10990,892	7,904	
20179	POS	TP	498	TN	9274,474	10993,197	7,581	
20180	POS	TP	499	TN	9269,791	10992,978	7,885	
20181	POS	TP	500	TN	9261,669	10996,342	7,844	
20182	POS	TP	501	TN	9261,113	10995,342	8,086	
20183	POS	TP	502	TN	9260,328	10993,667	8,137	
20184	POS	TP	503	TN	9258,882	10991,06	8,023	
20185	POS	TP	504	TN	9257,737	10988,057	7,206	
20186	POS	TP	505	TN	9246,089	11006,639	7,612	
20187	POS	TP	506	TN	9244,333	11003,5	7,914	
20188	POS	TP	507	TN	9243,491	11001,347	7,965	
20189	POS	TP	508	TN	9242,16	10998,508	7,904	
20190	POS	TP	509	TN	9241,176	10996,655	7,361	
20191	POS	TP	510	TN	9234,629	10992,327	7,367	
20192	POS	TP	511	TN	9216,621	11000,283	7,462	
20193	POS	TP	512	TN	9219,976	11007,251	7,492	
20194	POS	TP	513	TN	9220,628	11008,572	7,729	
20195	POS	TP	514	TN	9221,472	11010,293	7,865	
20196	POS	TP	515	TN	9222,628	11012,774	7,81	
20197	POS	TP	516	E14	9214,411	11011,412	7,747	
20198	POS	TP	517	E13	9285,628	10985,788	8,169	
20199	POS	TP	518	E13	9274,873	11003,121	7,539	
20200	POS	TP	519	TN	9274,867	11003,122	7,54	
20201	POS	TP	520	TN	9234,86	11010,06	7,471	
20202	POS	TP	521	TN	9217,049	11017,968	7,557	
20203	POS	TP	522	TN	9206,7	11022,036	7,486	
20204	POS	TP	523	TN	9205,758	11019,825	7,856	
20205	POS	TP	524	TN	9204,697	11017,749	7,92	
20206	POS	TP	525	TN	9203,9	11015,185	7,784	
20207	POS	TP	526	TN	9203,389	11013,973	7,468	
20208	POS	TP	527	TN	9200,422	11008,255	7,362	
20209	POS	TP	528	TN	9209,387	11003,676	7,313	

20210	POS	TP	529	TN	9180,991	11021,835	7,869	
20211	POS	TP	530	TN	9181,842	11023,741	8,016	
20212	POS	TP	531	TN	9182,517	11026,347	8,021	
20213	POS	TP	532	TN	9183,773	11028,947	8,022	
20214	POS	TP	533	TN	9184,178	11029,817	7,77	
20215	POS	TP	534	TN	9192,597	11039,833	7,585	
20216	POS	TP	535	TN	9187,231	11042,036	7,561	
20217	POS	TP	536	TN	9157,47	11032,409	7,673	
20218	POS	TP	537	TN	9158,03	11033,819	7,944	
20219	POS	TP	538	TN	9158,971	11036,41	7,999	
20220	POS	TP	539	TN	9159,959	11038,908	7,886	
20221	POS	TP	540	TN	9160,537	11040,23	7,779	
20222	POS	TP	541	TN	9162,979	11041,746	7,911	
20223	POS	TP	542	TN	9144,316	11048,035	7,61	
20224	POS	TP	543	TN	9143,706	11046,889	7,717	
20225	POS	TP	544	TN	9142,356	11044,634	7,896	
20226	POS	TP	545	TN	9141,013	11041,983	7,816	
20227	POS	TP	546	TN	9140,34	11040,853	7,585	
20228	POS	TP	547	TN	9121,419	11047,046	7,713	
20229	POS	TP	548	TN	9123,735	11051,752	7,467	
20230	POS	TP	549	TN	9124,47	11052,78	7,616	
20231	POS	TP	550	TN	9125,813	11054,704	7,697	
20232	POS	TP	551	TN	9126,68	11056,699	7,582	
20233	POS	TP	552	TN	9127,28	11057,435	7,499	
20234	POS	TP	553	E15	9123,983	11052,734	7,594	
20235	POS	TP	554	E14	9214,392	11011,439	7,769	
20236	POS	TP	555	TN	9173,687	11025,437	7,901	
20237	POS	TP	556	TN	9170,74	11022,564	7,852	
20238	POS	TP	557	TN	9166,696	11024,179	7,733	
20239	POS	TP	558	TN	9167,656	11028,905	7,888	
20240	POS	TP	559	TN	9169,616	11028,026	8,032	
20241	POS	TP	560	TN	9172,036	11026,818	8,043	
20242	POS	TP	561	TN	9179,382	11032,61	8,096	
20243	POS	TP	562	TN	9176,814	11033,637	8,066	
20244	POS	TP	563	TN	9177,176	11035,449	8,035	
20245	POS	TP	564	TN	9174,867	11033,921	8,103	
20246	POS	TP	565	TN	9171,128	11035,772	7,912	
20247	POS	TP	566	TN	9172,179	11037,135	7,774	
20248	POS	TP	567	TN	9169,448	11038,815	7,977	
20249	POS	TP	568	TN	9134,887	11054,071	7,487	
20250	POS	TP	569	TN	9142,268	11050,702	7,528	
20251	POS	TP	570	TN	9126,148	11062,444	7,339	
20252	POS	TP	571	TN	9118,444	11067,5	7,323	
20253	POS	TP	572	TN	9117,046	11066,396	7,454	
20254	POS	TP	573	TN	9115,282	11064,398	7,592	

20255	POS	TP	574	TN	9113,498	11062,741	7,42	
20256	POS	TP	575	TN	9112,455	11061,582	7,224	
20257	POS	TP	576	TN	9107,414	11080,936	7,121	
20258	POS	TP	577	TN	9099,67	11088,65	7,395	
20259	POS	TP	578	TN	9099,235	11088,283	7,496	
20260	POS	TP	579	TN	9097,383	11086,932	7,635	
20261	POS	TP	580	TN	9095,524	11085,553	7,57	
20262	POS	TP	581	TN	9094,981	11085,021	7,378	
20263	POS	TP	582	TN	9084,019	11099,554	7,325	
20264	POS	TP	583	TN	9084,702	11099,906	7,504	
20265	POS	TP	584	TN	9086,801	11101,257	7,579	
20266	POS	TP	585	TN	9088,711	11102,599	7,478	
20267	POS	TP	586	TN	9089,495	11103,069	7,273	
20268	POS	TP	587	TN	9077,298	11119,735	7,326	
20269	POS	TP	588	TN	9076,68	11119,104	7,5	
20270	POS	TP	589	TN	9074,88	11117,748	7,5	
20271	POS	TP	590	TN	9072,852	11116,035	7,392	
20272	POS	TP	591	TN	9072,23	11115,683	7,232	
20273	POS	TP	592	E16	9062,216	11134,905	7,56	
20274	POS	TP	593	E15	9124,021	11052,721	7,606	
20275	POS	TP	594	TN	9071,914	11126,665	7,37	
20276	POS	TP	595	TN	9071,128	11126,028	7,491	
20277	POS	TP	596	TN	9069,213	11124,496	7,418	
20278	POS	TP	597	TN	9067,244	11122,747	7,325	
20279	POS	TP	598	TN	9068,177	11117,594	7,17	
20280	POS	TP	599	TN	9061,485	11127,718	7,317	
20281	POS	TP	600	TN	9058,663	11127,688	7,172	
20282	POS	TP	601	TN	9056,209	11125,812	7,121	
20283	POS	TP	602	TN	9052,247	11127,373	7,079	
20284	POS	TP	603	TN	9052,684	11130,51	7,12	
20285	POS	TP	604	TN	9050,501	11135,252	7,192	
20286	POS	TP	605	TN	9047,632	11137,241	7,36	
20287	POS	TP	606	TN	9051,674	11144,106	7,556	
20288	POS	TP	607	TN	9055,068	11144,164	7,433	
20289	POS	TP	608	TN	9056,008	11146,161	7,476	
20290	POS	TP	609	TN	9055,072	11147,271	7,777	
20291	POS	TP	610	TN	9058,605	11152,277	7,565	
20292	POS	TP	611	TN	9063,465	11149,975	7,473	
20293	POS	TP	612	TN	9061,935	11145,694	7,453	
20294	POS	TP	613	TN	9063,083	11142,589	7,45	
20295	POS	TP	614	TN	9060,412	11140,34	7,444	
20296	POS	TP	615	TN	9061,64	11136,71	7,503	
20297	POS	TP	616	TN	9040,205	11148,386	7,289	
20298	POS	TP	617	TN	9039,922	11147,202	7,406	
20299	POS	TP	618	TN	9038,959	11144,744	7,474	

20300	POS	TP	619	TN	9037,72	11141,51	7,358	
20301	POS	TP	620	TN	9036,875	11139,834	7,01	
20302	POS	TP	621	TN	9029,259	11136,812	6,935	
20303	POS	TP	622	TN	9032,042	11152,773	7,192	
20304	POS	TP	623	TN	9015,471	11155,222	7,117	
20305	POS	TP	624	TN	9015,54	11156,296	7,149	
20306	POS	TP	625	TN	9015,08	11154,141	7,25	
20307	POS	TP	626	TN	9013,974	11151,41	7,346	
20308	POS	TP	627	TN	9012,874	11149,064	7,341	
20309	POS	TP	628	TN	9012,168	11147,434	7,213	
20310	POS	TP	629	E17	9000,41	11157,365	7,244	
20311	POS	TP	630	E16	9062,266	11134,904	7,588	
20312	POS	TP	631	TN	9013,106	11155,009	7,213	
20313	POS	TP	632	TN	9010,603	11157,528	7,179	
20314	POS	TP	633	TN	9010,87	11161,054	7,173	
20315	POS	TP	634	TN	9013,339	11163,818	7,192	
20316	POS	TP	635	TN	9006,66	11163,538	7,216	
20317	POS	TP	636	TN	9005,984	11159,604	7,195	
20318	POS	TP	637	TN	9004,362	11156,798	7,17	
20319	POS	TP	638	TN	9004,04	11158,095	7,215	
20320	POS	TP	639	TN	8998,957	11150,911	7,064	
20321	POS	TP	640	TN	9001,204	11149,693	7,155	
20322	POS	TP	641	TN	9000,378	11146,426	7,045	
20323	POS	TP	642	TN	9006,593	11144,594	7,121	
20324	POS	TP	643	TN	9007,089	11147,126	7,145	
20325	POS	TP	644	TN	9010,284	11147,987	7,203	
20326	POS	TP	645	TN	8994,1	11163,564	7,331	
20327	POS	TP	646	TN	8993,128	11160,788	7,311	
20328	POS	TP	647	TN	8991,797	11157,516	7,335	
20329	POS	TP	648	TN	8990,919	11154,989	7,298	
20330	POS	TP	649	TN	8989,327	11152,31	7,405	
20331	POS	TP	650	TN	8980,787	11155,439	7,335	
20332	POS	TP	651	TN	8970,485	11157,767	7,407	
20333	POS	TP	652	TN	8970,981	11159,442	7,444	
20334	POS	TP	653	TN	8971,321	11161,878	7,459	
20335	POS	TP	654	TN	8971,697	11164,932	7,375	
20336	POS	TP	655	TN	8972,52	11169,318	7,23	
20337	POS	TP	656	TN	8955,849	11171,311	7,017	
20338	POS	TP	657	TN	8955,098	11169,623	7,211	
20339	POS	TP	658	TN	8954,361	11166,94	7,377	
20340	POS	TP	659	TN	8953,079	11164,385	7,382	
20341	POS	TP	660	TN	8955,545	11161,727	7,35	
20342	POS	TP	661	TN	8941,844	11172,708	7,171	
20343	POS	TP	662	TN	8941,458	11171,163	7,212	
20344	POS	TP	663	TN	8940,134	11169,419	7,288	

20345	POS	TP	664	TN	8937,864	11167,341	7,203	
20346	POS	TP	665	TN	8937,628	11174,955	7,104	
20347	POS	TP	666	TN	8937,009	11173,411	7,117	
20348	POS	TP	667	TN	8935,652	11169,998	7,247	
20349	POS	TP	668	TN	8934,714	11167,809	7,217	
20350	POS	TP	669	TN	8918,672	11170,431	7,243	
20351	POS	TP	670	TN	8919,139	11172,774	7,291	
20352	POS	TP	671	TN	8919,534	11176,167	7,196	
20353	POS	TP	672	TN	8919,927	11177,751	6,958	
20354	POS	TP	673	TN	8901,968	11181,067	6,812	
20355	POS	TP	674	TN	8901,526	11179,599	7,075	
20356	POS	TP	675	TN	8900,968	11177,491	7,134	
20357	POS	TP	676	TN	8900,262	11175,314	7,109	
20358	POS	TP	677	TN	8899,38	11173,648	7,054	
20359	POS	TP	678	TN	8876,311	11178,036	6,758	
20360	POS	TP	679	TN	8876,83	11179,897	7,045	
20361	POS	TP	680	TN	8877,198	11181,709	7,088	
20362	POS	TP	681	TN	8877,605	11184,188	6,978	
20363	POS	TP	682	TN	8878,336	11185,666	6,796	
20364	POS	TP	683	E18	8862,644	11186,017	7,01	
20365	POS	TP	684	E17	9000,412	11157,372	7,277	
20366	POS	TP	685	E17	8937,024	11166,158	7,172	
20367	POS	TP	686	TN	8935,402	11164,551	7,168	
20368	POS	TP	687	TN	8934,371	11162,834	7,164	
20369	POS	TP	688	TN	8932,529	11163,538	7,227	
20370	POS	TP	689	TN	8930,084	11164,384	7,198	
20371	POS	TP	690	TN	8930,476	11166,141	7,226	
20372	POS	TP	691	TN	8928,219	11166,988	7,214	
20373	POS	TP	692	TN	8928,06	11164,958	7,368	
20374	POS	TP	693	TN	8909,439	11168,8	7,408	
20375	POS	TP	694	TN	8877,153	11175,434	6,63	
20376	POS	TP	695	TN	8866,204	11182,646	6,961	
20377	POS	TP	696	TN	8866,701	11183,588	7,035	
20378	POS	TP	697	TN	8867,645	11185,443	7,032	
20379	POS	TP	698	TN	8873,307	11188,454	6,937	
20380	POS	TP	699	TN	8870,151	11189,686	6,647	
20381	POS	TP	700	TN	8869,181	11188,321	6,72	
20382	POS	TP	701	TN	8859,21	11199,741	6,571	
20383	POS	TP	702	TN	8859,664	11194,021	6,891	
20384	POS	TP	703	TN	8857,954	11192,311	7,011	
20385	POS	TP	704	TN	8856,437	11190,715	7,072	
20386	POS	TP	705	TN	8854,427	11188,487	6,767	
20387	POS	TP	706	TN	8846,38	11207,687	6,914	
20388	POS	TP	707	TN	8844,94	11206,994	6,745	
20389	POS	TP	708	TN	8836,899	11207,869	6,705	

20390	POS	TP	709	TN	8849,621	11207,859	7,007	
20391	POS	TP	710	TN	8852,006	11208,478	6,971	
20392	POS	TP	711	TN	8853,254	11208,968	6,696	
20393	POS	TP	712	TN	8847,584	11228,895	6,836	
20394	POS	TP	713	TN	8846,537	11228,49	7,076	
20395	POS	TP	714	TN	8844,161	11228,153	7,141	
20396	POS	TP	715	TN	8841,625	11227,55	7,144	
20397	POS	TP	716	TN	8839,981	11227,184	7,076	
20398	POS	TP	717	TN	8833,704	11233,714	7,068	
20399	POS	TP	718	TN	8835,576	11243,413	7,028	
20400	POS	TP	719	TN	8838,66	11246,784	7,378	
20401	POS	TP	720	TN	8839,957	11246,952	7,487	
20402	POS	TP	721	TN	8842,058	11247,144	7,551	
20403	POS	TP	722	TN	8844,243	11247,335	7,45	
20404	POS	TP	723	TN	8845,315	11247,49	7,402	
20405	POS	TP	724	TN	8838,664	11259,03	7,634	
20406	POS	TP	725	E19	8840,703	11268,087	7,56	
20407	POS	TP	726	E18	8862,651	11186,089	7,019	
20408	POS	TP	727	TN	8849,027	11243,721	6,92	
20409	POS	TP	728	TN	8844,731	11256,32	7,552	
20410	POS	TP	729	TN	8846,3	11259,838	7,555	
20411	POS	TP	730	TN	8850,968	11260,254	7,335	
20412	POS	TP	731	TN	8852,703	11266,499	7,329	
20413	POS	TP	732	TN	8848,444	11267,493	7,406	
20414	POS	TP	733	TN	8843,705	11268,104	7,506	
20415	POS	TP	734	TN	8843,687	11264,189	7,653	
20416	POS	TP	735	TN	8844,177	11262,158	7,664	
20417	POS	TP	736	TN	8841,408	11260,973	7,811	
20418	POS	TP	737	TN	8839,768	11260,113	7,715	
20419	POS	TP	738	TN	8838,56	11259,109	7,686	
20420	POS	TP	739	TN	8836,914	11262,596	7,61	
20421	POS	TP	740	TN	8833,67	11265,241	7,605	
20422	POS	TP	741	TN	8828,38	11267,501	7,634	
20423	POS	TP	742	TN	8828,09	11266,28	7,521	
20424	POS	TP	743	TN	8829,68	11264,033	7,48	
20425	POS	TP	744	TN	8828,476	11270,373	7,671	
20426	POS	TP	745	TN	8828,8	11272,177	7,562	
20427	POS	TP	746	TN	8828,662	11273,077	7,453	
20428	POS	TP	747	TN	8832,888	11271,759	7,492	
20429	POS	TP	748	TN	8836,786	11270,829	7,504	
20430	POS	TP	749	TN	8837,725	11275,046	7,261	
20431	POS	TP	750	TN	8831,018	11277,35	7,167	
20432	POS	TP	751	TN	8824,061	11278,906	6,979	
20433	POS	TP	752	TUB	8815,894	11277,712	6,909	
20434	POS	TP	753	TUB	8814,993	11277,848	6,926	

20435	POS	TP	754	TUB	8815,571	11278,08	6,493	
20436	POS	TP	755	TUB	8814,987	11269,253	6,521	
20437	POS	TP	756	TUB	8816,149	11269,086	6,797	
20438	POS	TP	757	TUB	8815,487	11272,078	7,477	
20439	POS	TP	758	TUB	8815,488	11272,729	7,54	
20440	POS	TP	759	TUB	8815,328	11274,661	7,564	
20441	POS	TP	760	TN	8815,589	11276,44	7,405	
20442	POS	TP	761	TN	8815,74	11277,183	7,133	
20443	POS	TP	762	TN	8798,652	11282,878	7,057	
20444	POS	TP	763	TN	8798,238	11281,334	7,268	
20445	POS	TP	764	TN	8797,997	11279,459	7,393	
20446	POS	TP	765	TN	8797,611	11277,069	7,37	
20447	POS	TP	766	TN	8797,448	11276,255	7,254	
20448	POS	TP	767	TN	8793,063	11283,281	7,066	
20449	POS	TP	768	TN	8791,015	11286,492	6,891	
20450	POS	TP	769	TN	8774,125	11280,874	7,229	
20451	POS	TP	770	TN	8774,238	11281,655	7,303	
20452	POS	TP	771	TN	8774,432	11283,287	7,344	
20453	POS	TP	772	TN	8774,923	11285,337	7,258	
20454	POS	TP	773	TN	8775,695	11287,021	7,034	
20455	POS	TP	774	TN	8784,746	11285,388	7,116	
20456	POS	TP	775	E19	8840,682	11268,091	7,582	
20457	POS	TP	776	TN	8792,083	11277,174	7,244	
20458	POS	TP	777	TN	8789,563	11276,361	7,171	
20459	POS	TP	778	TN	8788,715	11274,523	7,18	
20460	POS	TP	779	TN	8789,318	11272,659	7,051	
20461	POS	TP	780	TN	8783,853	11272,91	7,139	
20462	POS	TP	781	TN	8784,356	11275,243	7,157	
20463	POS	TP	782	TN	8783,959	11278,408	7,195	
20464	POS	TP	783	TN	8781,699	11278,604	7,127	
20465	POS	TP	784	TN	8781,859	11280,235	7,266	
20466	POS	TP	785	TN	8782,525	11283,643	7,273	
20467	POS	TP	786	TN	8768,291	11290,233	7,154	
20468	POS	TP	787	TN	8764,201	11278,921	7,233	
20469	POS	TP	788	TN	8764,376	11281,74	7,204	
20470	POS	TP	789	TN	8764,572	11282,602	7,225	
20471	POS	TP	790	TN	8764,987	11284,434	7,329	
20472	POS	TP	791	TN	8765,05	11287,168	7,28	
20473	POS	TP	792	TN	8765,188	11288,769	7,257	
20474	POS	TP	793	TN	8731,117	11292,218	7,233	
20475	POS	TP	794	TN	8730,94	11291,077	7,341	
20476	POS	TP	795	TN	8730,69	11288,883	7,395	
20477	POS	TP	796	TN	8730,492	11287,169	7,373	
20478	POS	TP	797	TN	8738,708	11280,254	7,312	
20479	POS	TP	798	TN	8704,613	11286,001	7,016	

20480	POS	TP	799	TN	8704,231	11287,337	7,091	
20481	POS	TP	800	TN	8704,031	11289,816	7,128	
20482	POS	TP	801	TN	8703,687	11292,115	7,068	
20483	POS	TP	802	TN	8703,578	11293,848	6,946	
20482	STN	TP	803	TN	10000	10008,492	5,901	
20484	POS	KI	804	TN	8843,687	11264,189	7,653	
20485	POS	KI	805	TN	8843,687	11264,189	7,653	

**Anexo #4 LIBRETA DE CÁLCULO DE CURVA MASA**

ABSCISAS	PROYECTO	TERRENO	ALTURA	AR E A S	VOLUMENES
0+000	7,279	7,27	0,009	0,008	50,76
0+020	7,259	6,87	0,389	3,98	332,14
0+040	7,239	5,753	1,486	18,53	796,39
0+060	7,214	5,728	1,491	18,61	1255,64
0+080	7,199	5,687	1,512	18,3	1741,77
0+100	7,179	5,652	1,527	19,16	2220
0+120	7,159	5,636	1,523	19,1	2686,77
0+140	7,139	5,672	1,467	18,24	3150,4
0+160	7,119	5,612	1,507	18,85	3612,28
0+180	7,099	5,641	1,458	18,1	4085,91
0+200	7,079	5,512	1,567	19,79	4579,79
0+220	7,049	5,616	1,433	17,72	4994,17
0+240	7,029	5,749	1,28	15,43	5348,54
0+260	7,009	5,905	1,104	12,92	5647,29
0+280	6,989	6,027	0,962	10,98	5904,29
0+300	6,969	6,115	0,854	9,58	6133,04
0+320	6,949	6,161	0,788	8,72	6344,29
0+340	6,929	6,155	0,744	8,18	6561,16
0+360	6,909	6,086	0,823	9,17	6798,78
0+380	6,889	6,014	0,875	9,84	7048,03
0+400	6,859	5,964	0,895	10,1	7295,78
0+420	6,839	5,953	0,886	9,72	7528,28
0+440	6,819	6,019	0,8	8,88	7741,41
0+460	6,799	6,055	0,744	8,17	7929,16
0+480	6,779	6,077	0,702	7,65	7989,16
0+500	6,759	6,97	0,689	7,49	8128,41
0+520	6,739	5,975	0,764	8,42	8327,28
0+540	6,556	5,956	0,6	6,42	8512,78
0+560	6,536	5,875	0,661	7,15	8682,4
0+580	6,516	5,839	0,677	7,34	8863,52
0+600	6,496	5,968	0,528	5,57	9044,64
0+620	6,476	5,902	0,574	6,11	9190,64
0+640	6,456	5,843	0,613	6,57	9343,14
0+660	6,426	5,811	0,615	6,59	9513,64
0+680	6,406	5,799	0,607	6,5	9677,26
0+700	6,386	5,709	0,677	7,34	9850,25
0+720	6,366	5,63	0,736	8,07	10042,88
0+740	6,346	5,713	0,633	6,81	10228,88
0+760	6,326	5,849	0,477	4,98	10376,25
0+780	6,306	5,891	0,415	4,28	10492
0+800	6,286	5,803	0,483	5,05	10608,62

0+820	6,266	5,771	0,495	5,19	10736,62
0+840	6,246	5,749	0,497	5,21	10866,62
0+860	6,226	5,738	0,488	5,11	10995,62
0+880	6,206	5,73	0,476	4,97	11121,62
0+900	6,186	5,713	0,473	4,94	11245,49
0+920	6,166	5,687	0,479	5	11369,74
0+940	6,146	5,613	0,533	5,63	11502,61
0+960	6126	5,561	0,555	5,88	11646,49
0+980	6,096	5,52	0,576	6,13	11796,61
1+000	6,077	5,383	0,694	7,55	11967,61
1+020	6,056	5,269	0,787	8,71	12170,86
1+040	6,026	5,151	0,875	9,84	12402,78
1+060	5,9	5,176	0,724	7,92	12624,73
1+080	5,88	5,186	0,694	7,56	12818,23
1+100	5,86	5,185	0,675	7,32	13004,23
1+120	5,82	5,186	0,634	6,82	13180,98
1+140	5,8	5,217	0,583	6,21	13343,85
1+160	5,78	5,291	0,489	5,12	13485,47
1+180	5,76	5,3	0,46	4,79	13609,34
1+200	5,74	5,299	0,441	4,57	13726,34
1+220	5,72	5,306	0,414	4,27	13836,84
1+240	5,7	5,36	0,34	3,46	13933,46
1+260	5,66	5,34	0,32	3,24	14017,21
1+280	5,64	5,323	0,317	3,21	14097,83
1+300	5,62	5,312	0,308	3,11	14176,83
1+320	5,6	5,287	0,313	3,16	14255,2
1+340	5,580	5,338	0,242	2,41	14324,82
1+360	5,56	5,396	0,164	1,61	14375,02
1+380	5,54	5,428	0,112	1,08	14408,7
1+400	5,5	5,45	0,05	0,98	14428,2
1+420	5,48	5,311	0,169	1,66	14454,95
1+440	5,46	5,187	0,273	2,74	14509,95
1+460	5,44	5,123	0,317	3,21	14584,32
1+480	5,42	5,06	0,36	3,67	14670,3
1+500	5,4	4,983	0,417	4,3	14769,94
1+520	5,44	5,01	0,43	4,45	14879,31
1+540	5,48	5,044	0,436	4,52	14991,43
1+560	5,52	5,003	0,517	5,44	15115,93
1+580	5,56	4,974	0,586	6,25	15262,05
1+600	5,6	4,996	0,604	6,46	15420,9
1+620	5,64	5,005	0,635	6,83	15587,85
1+640	5,68	4,996	0,684	7,43	15765,3
1+660	5,72	4,992	0,728	7,97	15957,8

1+680	5,76	5,041	0,719	7,86	16155,67
1+700	5,8	5,167	0,633	6,81	16336,04
1+720	5,86	5,236	0,624	6,7	16504,91
1+740	5,9	5,221	0,679	7,37	16680,78
1+760	5,94	5,095	0,845	9,45	16891,08
1+780	5,98	5,075	0,905	10,24	17137,78
1+800	6,02	5,153	0,867	9,73	17388,03
1+820	6,06	5,268	0,792	8,77	17619,28
1+840	6,1	5,335	0,765	8,43	17834,28
1+860	6,14	5,319	0,821	9,14	18053,91
1+880	6,18	5,325	0,855	9,58	18287,91
1+900	6,26	5,36	0,9	10,17	18538,78
1+920	6,3	5,253	1,047	12,13	18813,53
1+940	6,34	5,253	1,087	12,68	19123,66
1+960	6,38	5,327	1,053	12,22	19434,91
1+980	6,42	5,415	1,005	11,56	19732,16
2+000	6,46	5,412	1,048	12,15	20028,53
2+020	6,5	5,52	0,98	11,23	20320,78
2+040	6,54	5,562	0,978	11,2	20601,15
2+060	6,58	5,545	1,035	11,97	20890,78
2+080	6,62	5,524	1,096	12,31	21194,28
2+100	6,66	5,646	1,014	11,68	21494,15
2+120	6,7	5,679	1,021	11,78	21787,4
2+140	6,74	5,666	1,074	12,5	22090,9
2+160	6,8	5,662	1,138	13,4	22464,65
2+180	6,84	5,7	1,14	13,42	22749,9
2+200	6,88	5,885	0,995	11,43	23060,52
2+220	6,92	5,919	1,001	11,51	23347,27
2+240	6,96	5,951	1,009	11,62	23636,39
2+260	7	6,07	0,93	10,74	23915,89
2+280	7,04	6,216	0,824	9,18	24164,89
2+300	7,008	6,318	0,762	8,27	24383,01
2+320	7,14	6,387	0,753	8,28	24589,88
2+340	7,18	6,513	0,667	7,22	24783,63
2+360	7,22	6,598	0,622	6,68	24957,38
2+380	7,26	6,668	0,592	6,32	25119,88
2+400	7,32	6,725	0,595	6,36	25278,38
2+420	7,36	6,636	0,724	7,92	25456,88
2+440	7,4	6,641	0,759	8,36	25660,38
2+460	7,44	6,729	0,711	7,76	25861,88
2+480	7,48	6,898	0,582	6,2	26036,38
2+500	7,52	7,039	0,481	5,03	26176,75
2+526	7,6	6,93	0,67	7,26	26330,37

**Anexo #5 CALCULO DEFINITIVO DE CURVA MASA**

ABSCICAS	AREAS		VOLUMEN			ORDENADA CURVA DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	RELLENOxFe	
0+000		0,08				0
				40,6	50,76	
0+020		3,98				50,76
				225,1	281,38	
0+040		18,53				332,14
				371,4	464,25	
0+060		18,61				796,39
				375,4	469,25	
0+080		18,3				1255,64
				380,9	476,13	
0+100		19,16				1741,77
				382,6	478,25	
0+120		19,1				2220
				373,4	466,75	
0+140		18,24				2686,77
				370,9	463,63	
0+160		18,85				3150,4
				369,5	461,88	
0+180		18,1				3612,28
				378,9	473,63	
0+200		19,79				4085,91
				395,1	493,88	
0+220		17,72				4579,79
				331,5	414,38	
0+240		15,43				4994,17
				283,5	354,37	
0+260		12,92				5348,54
				239	298,75	
0+280		10,98				5647,29
				205,6	257	
0+300		9,58				5904,29
				183	228,75	
0+320		8,72				6133,04
				169	211,25	
0+340		8,18				6344,29
				173,5	216,87	
0+360		9,17				6561,16
				190,1	237,62	

0+380		9,84				6798,78
				199,4	249,25	
0+400		10,1				7048,03
				198,2	247,75	
0+420		9,72				7295,78
				186	232,5	
0+440		8,88				7528,28
				170,5	213,13	
0+460		8,17				7741,41
				158,2	197,75	
0+480		7,65				7939,16
				151,4	189,25	
0+500		7,49				8128,41
				159,1	198,87	
0+520		8,42				8327,28
				148,4	185,5	
0+540		6,42				8512,78
				135,7	169,62	
0+560		7,15				8682,4
				144,9	181,12	
0+580		7,34				8863,52
				129,1	161,37	
0+600		5,57				9044,64
				116,8	146	
0+620		6,11				9190,64
				126,8	158,5	
0+640		6,57				9343,14
				131,6	164,5	
0+660		6,59				9513,64
				130,9	163,62	
0+680		6,5				9677,26
				138,4	173	
0+700		7,34				9850,26
				154,1	192,62	
0+720		8,07				10042,88
				148,8	186	
0+740		6,81				10228,88
				117,9	147,37	
0+760		4,98				10376,25
				92,6	115,75	
0+780		4,28				10492
				93,3	116,62	
0+800		5,05				10608,62

				102,4	128	
0+820		5,19				10736,62
				104	130	
0+840		5,21				10866,62
				103,2	129	
0+860		5,11				10995,62
				100,8	126	
0+880		4,97				11121,62
				99,1	123,87	
0+900		4,94				11245,49
				99,4	124,25	
0+920		5				11369,74
				106,3	132,87	
0+940		5,63				11502,61
				115,1	143,88	
0+960		5,88				11646,49
				120,1	150,12	
0+980		6,13				11796,61
				136,8	171	
1+000		7,55				11967,61
				162,6	203,25	
1+020		8,71				12170,86
				185,5	231,87	
1+040		9,84				12402,78
				177,6	222	
1+060		7,92				12624,73
				154,8	193,5	
1+080		7,56				12818,23
				148,8	186	
1+100		7,32				13004,23
				141,4	176,75	
1+120		6,82				13180,98
				130,3	162,87	
1+140		6,21				13343,85
				113,3	141,62	
1+160		5,12				13485,47
				99,1	123,87	
1+180		4,79				13609,34
				93,6	117	
1+200		4,57				13726,34
				88,4	110,5	
1+220		4,27				13836,84
				77,3	96,62	

1+240		3,46				13933,46
				67	83,75	
1+260		3,24				14017,21
				64,5	80,62	
1+280		3,21				14097,83
				63,2	79	
1+300		3,11				14176,83
				62,7	78,37	
1+320		3,16				14255,2
				55,7	69,62	
1+340		2,41				14324,82
				40,2	50,25	
1+360		1,61				14375,02
				26,9	33,63	
1+380		1,08				144408,7
				15,6	19,5	
1+400		0,98				14428,2
				21,4	26,75	
1+420		1,66				14454,95
				44	55	
1+440		2,74				14509,95
				59,5	74,37	
1+460		3,21				14584,32
				68,8	86	
1+480		3,67				14670,3
				79,7	99,62	
1+500		4,3				14769,94
				87,5	109,37	
1+520		4,45				14879,31
				89,7	112,12	
1+540		4,52				14991,43
				99,6	124,5	
1+560		5,44				15115,93
				116,9	146,12	
1+580		6,25				15262,05
				127,1	158,87	
1+600		6,46				15420,9
				132,9	166,13	
1+620		6,83				15587,05
				142,6	178,25	
1+640		7,43				15765,3
				154	192,5	
1+660		7,97				15957,8

				153,3	197,87	
1+680		7,86				16155,67
				146,7	180,37	
1+700		6,81				16336,04
				135,1	168,87	
1+720		6,7				16504,91
				140,7	175,87	
1+740		7,37				16680,78
				168,2	210,25	
1+760		9,45				16891,08
				197,4	246,75	
1+780		10,24				17137,78
				200,2	250,25	
1+800		9,73				17388,03
				185	231,25	
1+820		8,77				17619,28
				172	215	
1+840		8,43				17834,28
				175,7	219,63	
1+860		9,14				18053,91
				187,2	234	
1+880		9,58				18287,91
				197,5	246,87	
1+900		10,17				18534,78
				223	278,75	
1+920		12,13				18813,53
				248,1	310,13	
1+940		12,68				19123,66
				249	311,25	
1+960		12,22				19434,91
				237,8	297,25	
1+980		11,56				19732,16
				237,1	296,37	
2+000		12,15				20028,53
				233,8	292,25	
2+020		11,23				20320,78
				224,3	280,37	
2+040		11,2				20601,15
				231,7	289,63	
2+060		11,97				20890,78
				242,8	303,5	
2+080		12,31				21194,28
				239,9	299,87	

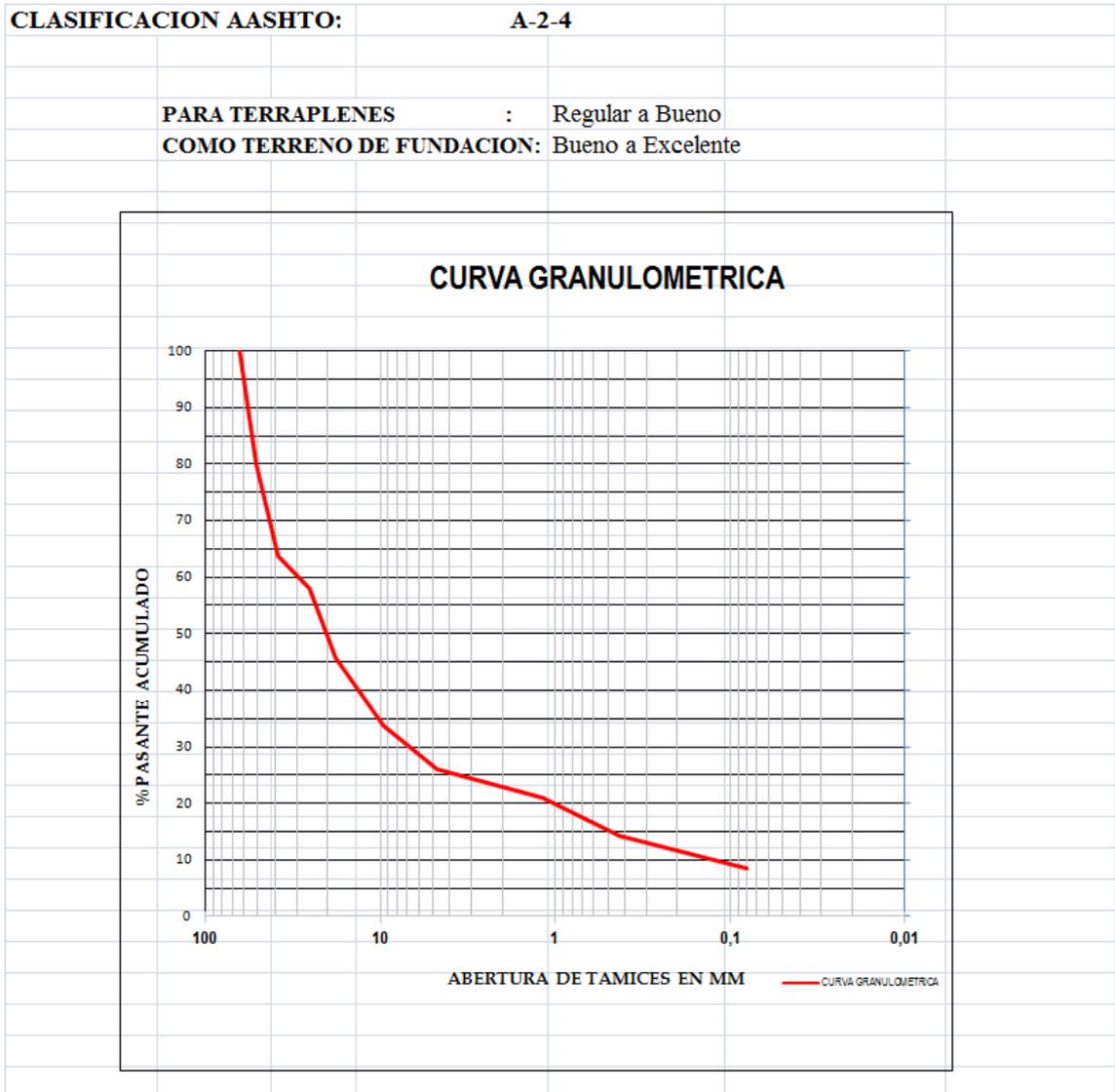
2+100		11,68				21494,15
				234,6	293,25	
2+120		11,78				21787,4
				242,8	303,5	
2+140		12,5				22090,9
				259	323,75	
2+160		13,4				22414,65
				268,2	335,25	
2+180		13,42				22749,9
				248,5	310,62	
2+200		11,43				23060,52
				229,4	286,75	
2+220		11,51				23347,27
				231,3	289,12	
2+240		11,62				23636,39
				223,6	279,5	
2+260		10,74				23915,89
				199,2	249	
2+280		9,18				24164,89
				174,5	218,12	
2+300		8,27				24383,01
				165,5	206,87	
2+320		8,28				24589,88
				155	193,75	
2+340		7,22				24783,63
				139	173,75	
2+360		6,68				24957,38
				130	162,5	
2+380		6,32				25119,88
				126,8	158,5	
2+400		6,36				25278,38
				142,8	178,5	
2+420		7,92				25456,88
				162,8	203,5	
2+440		8,36				25660,38
				161,2	201,5	
2+460		7,76				25861,88
				139,6	174,5	
2+480		6,2				26036,38
				112,3	140,37	
2+500		5,03				26176,75
				122,9	153,62	
2+526		7,26				26330,37

## Anexo #6 CALCULO DE CBR

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE					
<b>PROYECTO:</b> <i>Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule</i>					
<b>CALICATA # 1</b>					
<b>MUESTRA</b>	<b># 1</b>	<b>Profundidad: 0,00 m - 0,70 m</b>			
<b>PROCEDENCIA DE MUESTRA :</b>					
<b>DESCRIPCION DE MUESTRA :</b> <i>Grava arenosa arcillosa de coloración café clara</i>					
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>					
Material Pasante			<b>Límite Líquido</b>	<b>29%</b>	
Tamiz # 40			<b>Ind. Plástico</b>	<b>9%</b>	
<b>ENSAYO GRANULOMETRICO</b>					
<b>TAMIZ</b>	<b>#</b>	<b>PESO - Grms.</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% PASANTE</b>	<b>ESPECIE</b>
	4 "			100,00	
	3 "		0,00	100,00	
	2 1/2 "		0,00	100,00	
	2 "	791,00	19,87	80,13	
	1 1/2 "	654,00	16,43	63,69	
	1 "	225,00	5,65	58,04	
	3/4 "	491,00	12,34	45,70	
	1/2 "	310,00	7,79	37,91	
	3/8 "	171,00	4,30	33,62	
	1/4 "		0,00	33,62	
	No. 4	298,00	7,49	26,13	
	No. 8		0,00	26,13	
	No. 10	204,00	5,13	21,01	
	No. 16		0,00	21,01	
	No. 20		0,00	21,01	
	No. 30		0,00	21,01	
	No. 40	269,00	6,76	14,25	
	No. 50		0,00	14,25	
	No. 60		0,00	14,25	
	No. 80		0,00	14,25	
	No. 100		0,00	14,25	
	No. 200	226,00	5,68	8,57	
	<b>Fondo</b>	341,00	8,57		
		<b>GRAVA</b>	78,99	%	
		<b>ARENA</b>	12,44	%	
		<b>S.FINO</b>	8,57	%	

P. Mat. Seco + Tara	4105
P. Tara	125
Total Material	3980
Fondo	341,00
	3980,00
	100,00

		63,3
		50,8
1 1/2 "		38,1 mm.
1 "		25,4 mm.
3/4 "		18,1 mm.
3/8 "		9,5 mm.
No. 4		4,76 mm.
No. 10		1,18 mm.
No. 40		0,43 mm.
No. 200		0,08 mm.



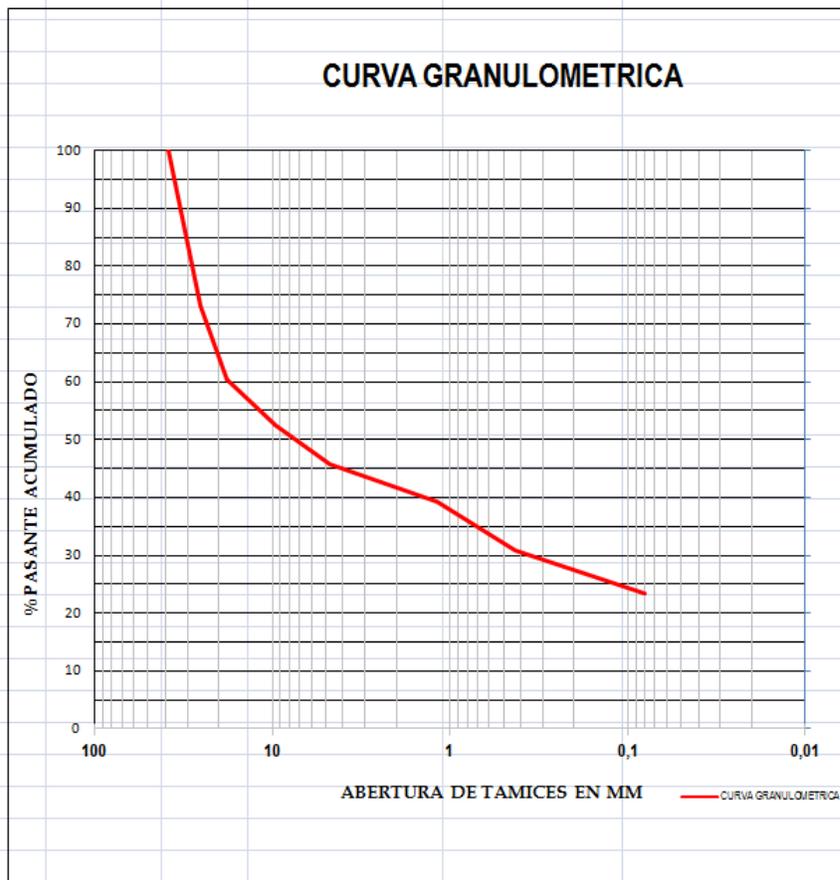


P. Mat. Seco + Tara	1780
P. Tara	82
Total Material	1698
Fondo	398,00
	1698,00

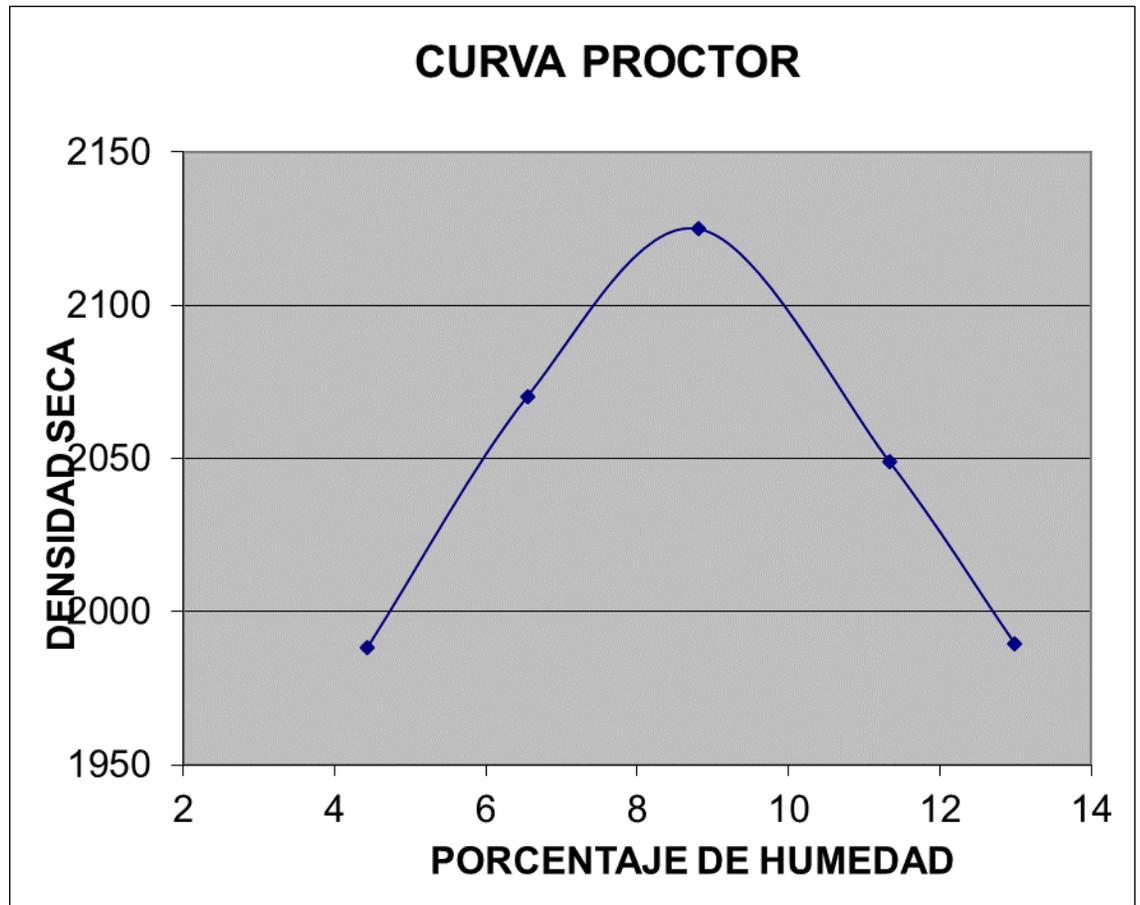
CLASIFICACION AASHTO:

		63,3
		50,8
1 1/2 "		38,1 mm.
1 "		25,4 mm.
3/4 "		18,1 mm.
3/8 "		9,5 mm.
No. 4		4,76 mm.
No. 10		1,18 mm.
No. 40		0,43 mm.
No. 200		0,08 mm.

PARA TERRAPLENES : Regular a Bueno  
 COMO TERRENO DE FUNDACION: Bueno a Excelente







**OBRA:** *Vía acceso a El Prado – Flor de la María – Vía a Daule*

**CALICATA # 1 - MUESTRA # 1:** \_\_\_\_\_

**Profundidad:** *0.00 m – 0.70 m*

**PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:**

**DESCRIPCION DE LA MUESTRA:** *Grava arenosa arcillosa color café clara*

**C.B.R. - %**

**CURVA DE 25 GOLPES**

$$\text{Para } 0.1'' \text{ de penetración} = \frac{230 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1000 \text{ Lb/pulg}^2} = 23.00 \%_$$

$$= 34.67 \%$$

$$\text{Para } 0.2'' \text{ de penetración} = \frac{520 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1500 \text{ Lb/pulg}^2} = 34.67 \%_$$

**CURVA DE 56 GOLPES**

$$\text{Para } 0.1'' \text{ de penetración} = \frac{300 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1000 \text{ Lb/pulg}^2} = 30.00 \%_$$

$$= 42.67 \%$$

$$\text{Para } 0.2'' \text{ de penetración} = \frac{640 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1500 \text{ Lb/pulg}^2} = 42.67 \%_$$

**EXPANSION - %**

A los ( 4 ) cuatro días ..... 0.04 %

<b>CBR - PENETRACION</b>	
<b>OBRA:</b>	<i>Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule</i>
	<b>CALICATA # 1</b>
<b>MUESTRA N.- 1:</b>	<i>Profundidad: 0,00 m - 0,70 m</i>
<b>DESCRIPCION:</b>	<i>Grava arenosa arcillosa de coloración café clara</i>
<b>GOLPES POR CAPA N.-:</b>	25
<b>CAPAS N.-:</b>	5
<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lbs.
<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18"
	<b>Muestra N.- 1</b>

## ENSAYO DE CBR

2.300

2.200

2.100

2.000

1.900

1.800

**BASE BUENA  
PIEDRA Y GRAVA  
TRITURADA**

**80%**



## CBR - PENETRACION

OBRA: *Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule*

**CALICATA # 1**

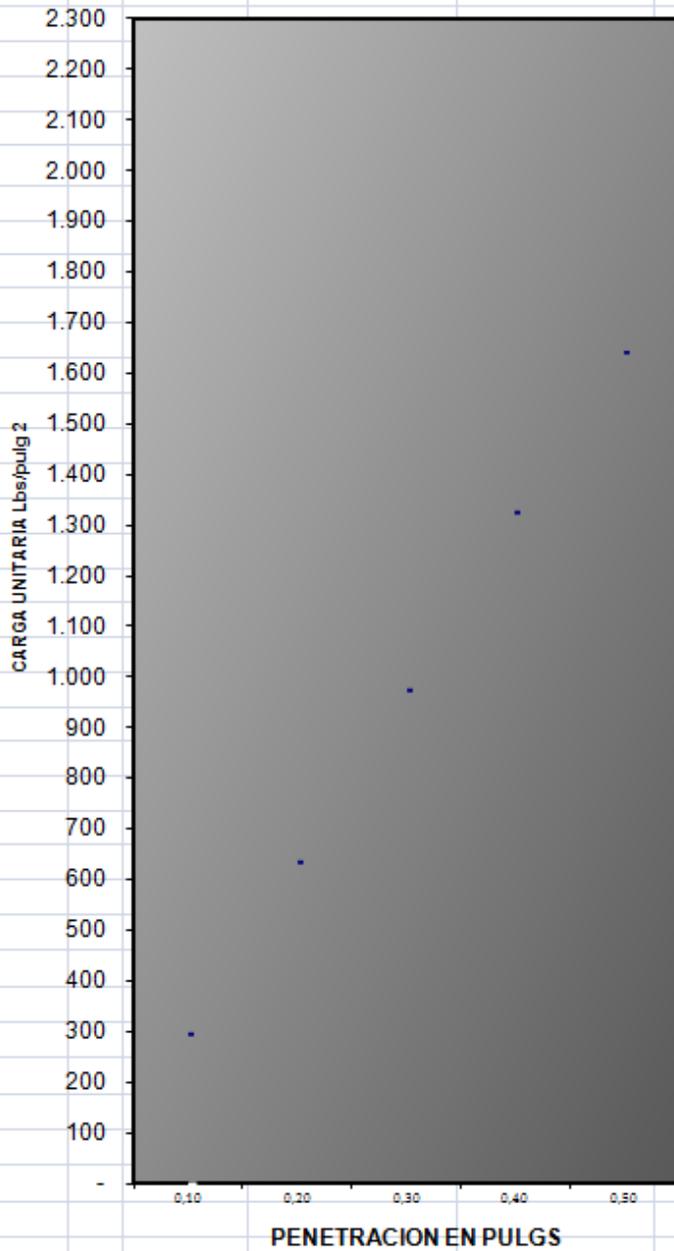
MUESTRA N.- 1: *Profundidad: 0,00 m - 0,70 m*  
 DESCRIPCION: *Grava arenosa arcillosa de coloración café clara*  
 GOLPES POR CAPA N.-: 56  
 CAPAS N.-: 5  
 PESO DEL MARTILLO: 10 Lbs.  
 ALTURA DE CAIDA: 18"

N.- ENSAYO	Muestra N.- 1 CARGA DE PENETRACION	
	LBS	KG
1,27 mm (0.05")	-	-
2,54 mm (0.10")	900,00	409,09
5,08 mm (0.20")	1.920,00	872,73
7,62 mm (0.30")	2.940,00	1.336,36
10,16 mm (0.40")	3.990,00	1.813,64
12,70 mm (0.50")	4.935,00	2.243,18
	-	-
	-	-
	-	-
	-	-
N.- DE ENSAYO	Muestra N.- 1 CARGA UNITARIA	
	Lbs/plg <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
mm (0.00")	-	-
1,27 mm (0.05")	-	-
2,54 mm (0.10")	300,00	21,14
5,08 mm (0.20")	640,00	45,10
7,62 mm (0.30")	980,00	69,06
10,16 mm (0.40")	1.330,00	93,73
12,70 mm (0.50")	1.645,00	115,93
	-	-
	-	-
	-	-
	-	-

GOLPES N.-	Esfuerzo de Penetración	
	Lbs/plg <sup>2</sup> 0.10"	Lbs/plg <sup>2</sup> 0.20"
56	300,00	640,00
C.B.R. %		
Muestra	30,00	<b>42,67</b>

0,10  
0,20  
0,30  
0,40  
0,50

### ENSAYO DE CBR



**BASE BUENA  
PIEDRA Y GRAVA  
TRITURADA**

**80%**

**BASE  
BUENA  
GRAVA**

**50%**

**SUB-  
BASE  
BUENA**

**30%**

**RELLENO  
OPTIMO  
20%**

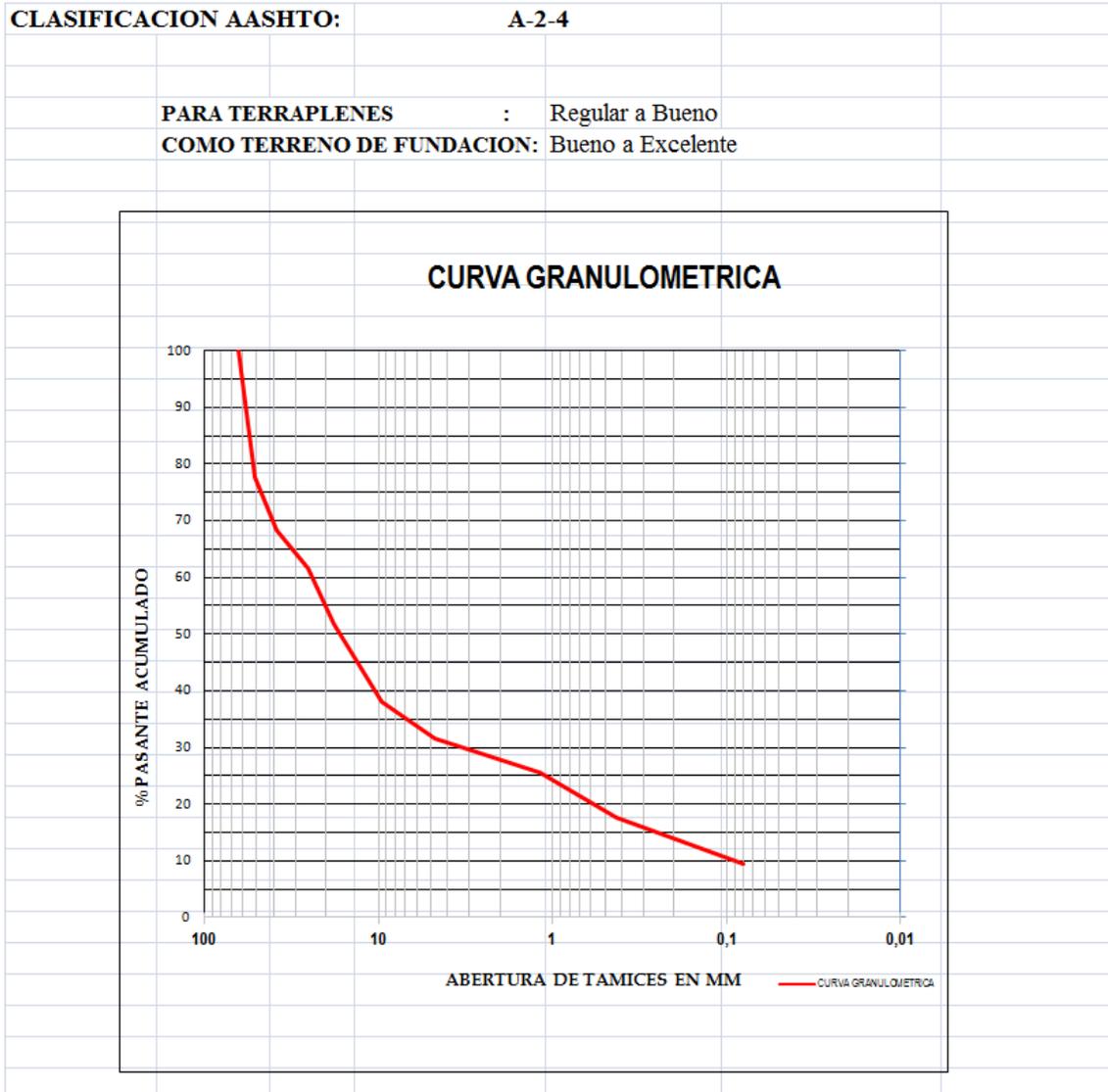
**RELLENO  
BUENO  
10%**

**RELLENO  
POBRE  
5%**

**RELLENO  
MUY POBRE**

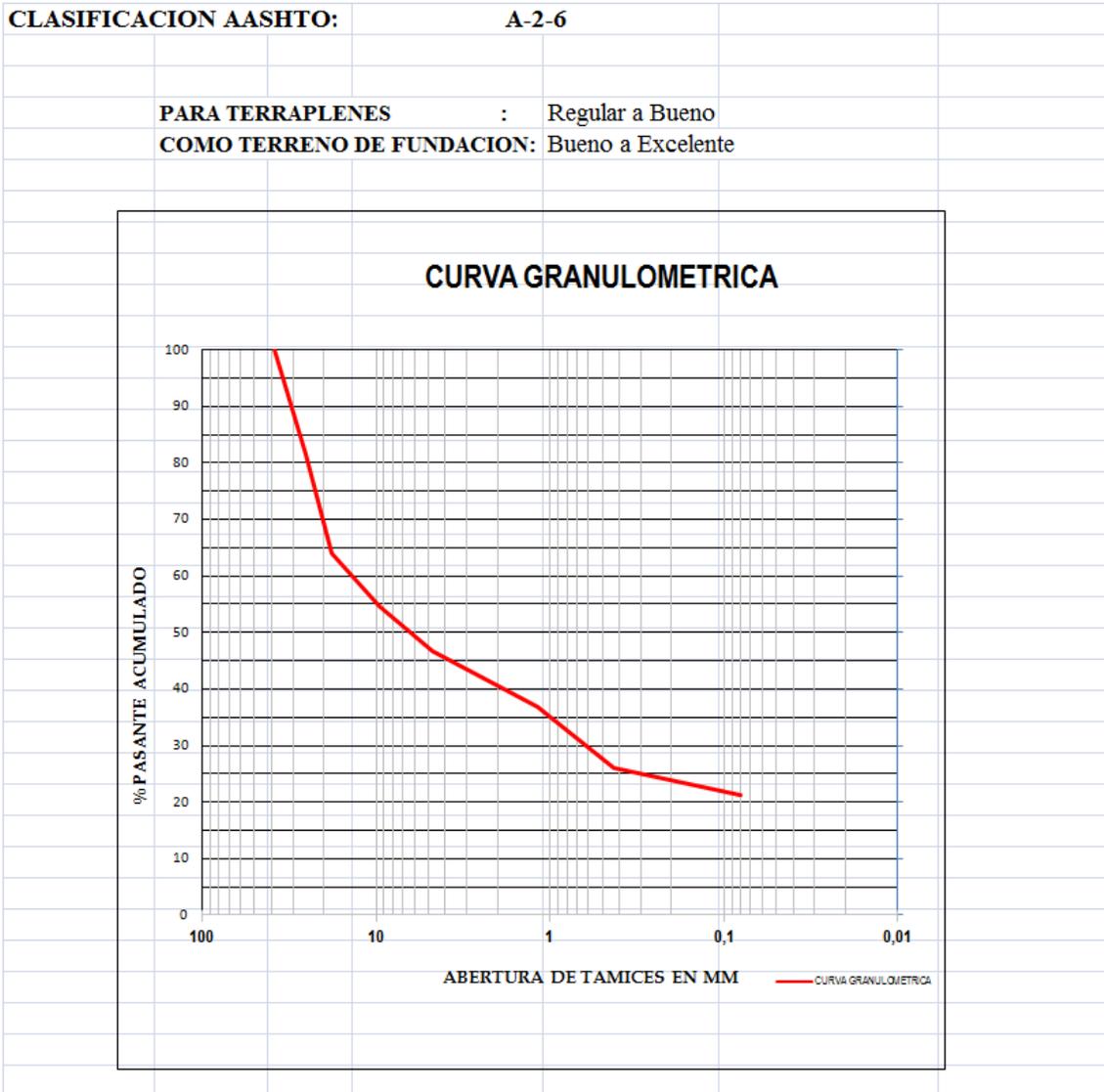
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE					
<b>PROYECTO:</b> <i>Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule</i>					
<b>CALICATA # 2</b>					
<b>MUESTRA</b>	<b># 1</b>	<b>Profundidad: 0,00 m - 0,85 m</b>			
<b>PROCEDENCIA DE MUESTRA :</b>					
<b>DESCRIPCION DE MUESTRA :</b> <i>Grava arenosa arcillosa de coloración café clara</i>					
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>					
Material Pasante			<b>Límite Líquido</b>	<b>30%</b>	
Tamiz # 40			<b>Ind. Plástico</b>	<b>10%</b>	
<b>ENSAYO GRANULOMETRICO</b>					
<b>TAMIZ</b>	<b>#</b>	<b>PESO - Grms.</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% PASANTE</b>	<b>ESPECIE.</b>
	4 "			100,00	
	3 "		0,00	100,00	
	2 1/2 "		0,00	100,00	
	2 "	752,00	22,28	77,72	
	1 1/2 "	320,00	9,48	68,24	
	1 "	225,00	6,67	61,57	
	3/4 "	334,00	9,90	51,67	
	1/2 "	310,00	9,19	42,49	
	3/8 "	153,00	4,53	37,96	
	1/4 "		0,00	37,96	
	No. 4	215,00	6,37	31,59	
	No. 8		0,00	31,59	
	No. 10	201,00	5,96	25,63	
	No. 16		0,00	25,63	
	No. 20		0,00	25,63	
	No. 30		0,00	25,63	
	No. 40	272,00	8,06	17,57	
	No. 50		0,00	17,57	
	No. 60		0,00	17,57	
	No. 80		0,00	17,57	
	No. 100		0,00	17,57	
	No. 200	277,00	8,21	9,36	
	<b>Fondo</b>	316,00	9,36		
		<b>GRAVA</b>	74,37	%	
		<b>ARENA</b>	16,27	%	
		<b>S.FINO</b>	9,36	%	

P. Mat. Seco + Tara	3500
P. Tara	125
Total Material	3375
Fondo	316,00
	3375,00
	100,00



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE					
<b>PROYECTO:</b> <i>Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule</i>					
<b>CALICATA # 2</b>					
<b>MUESTRA</b>	# 2	<i>Profundidad: 0,85 m - 1,00 m</i>			
<b>PROCEDENCIA DE MUESTRA</b> :					
<b>DESCRIPCION DE MUESTRA</b> : <i>Grava arcillosa arenosa de coloración café oscura</i>					
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>					
Material Pasante			<i>Límite Líquido</i>	36%	
Tamiz # 40			<i>Ind. Plástico</i>	16%	
<b>ENSAYO GRANULOMETRICO</b>					
<b>TAMIZ</b>	<b>#</b>	<b>PESO - Grms.</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% PASANTE</b>	<b>ESPECIE</b>
	4 "			100,00	
	3 "		0,00	100,00	
	2 1/2 "		0,00	100,00	
	2 "		0,00	100,00	
	1 1/2 "		0,00	100,00	
	1 "	315,00	18,55	81,45	
	3/4 "	297,00	17,49	63,96	
	1/2 "	95,00	5,59	58,36	
	3/8 "	62,00	3,65	54,71	
	1/4 "		0,00	54,71	
	No. 4	134,00	7,89	46,82	
	No. 8		0,00	46,82	
	No. 10	170,00	10,01	36,81	
	No. 16		0,00	36,81	
	No. 20		0,00	36,81	
	No. 30		0,00	36,81	
	No. 40	181,00	10,66	26,15	
	No. 50		0,00	26,15	
	No. 60		0,00	26,15	
	No. 80		0,00	26,15	
	No. 100		0,00	26,15	
	No. 200	85,00	5,01	21,14	
	<b>Fondo</b>	359,00	21,14		
		<b>GRAVA</b>	63,19	%	
		<b>ARENA</b>	15,67	%	
		<b>S.FINO</b>	21,14	%	

P. Mat. Seco + Tara	1780
P. Tara	82
Total Material	1698
Fondo	359,00
	1698,00
	100,00



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

GUAYAQUIL,

INFORME:

PROYECTO: *Via Acceso a El Prado - Fior de la Maria - Via a Daule*

OBRA: *Via Acceso a El Prado - Fior de la Maria - Via a Daule*

CALICATA # 2

CALICATA # 2

Profundidad: 0,00 m - 0,85 m

Profundidad: 0,00 m - 0,85 m

MUESTRA # 1  
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:

MUESTRA # 1  
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: *Grava arenosa arcillosa de coloración café clara*

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: *Grava arenosa arcillosa de coloración café clara*

ENSAYO PROCTOR

ENSAYO PROCTOR

METODO: T-180-C

METODO: T-180-C

PESO DEL MOLDE: 4290 grs.  
VOLUMEN DEL MOLDE 903 cm3

Peso del molde: 4290 grs.  
Martillo: 10 Lbs.

MARTILLO: 10 lbs

Volumen del molde: 903 cm3

Ensayo No	1	2	3	4	5	6
Molde + Material	6165	6282	6383	6355	6330	
Densidad Humedad	2,076,41	2,205,98	2,317,83	2,286,82	2,259,14	
Tara No	10	21	6	5	13	
P. Humedo + Tara	103,10	139,00	154,05	145,00	125,00	
P. Seco + Tara	99,50	131,50	143,00	132,00	112,10	
Peso de Tara	30,50	30,03	30,20	30,04	21,00	
Porcentaje de Humedad	5,22	7,39	9,80	12,75	14,16	
Densidad Seca - Kg/m3	1973,45	2054,15	2111,03	2028,22	1978,92	

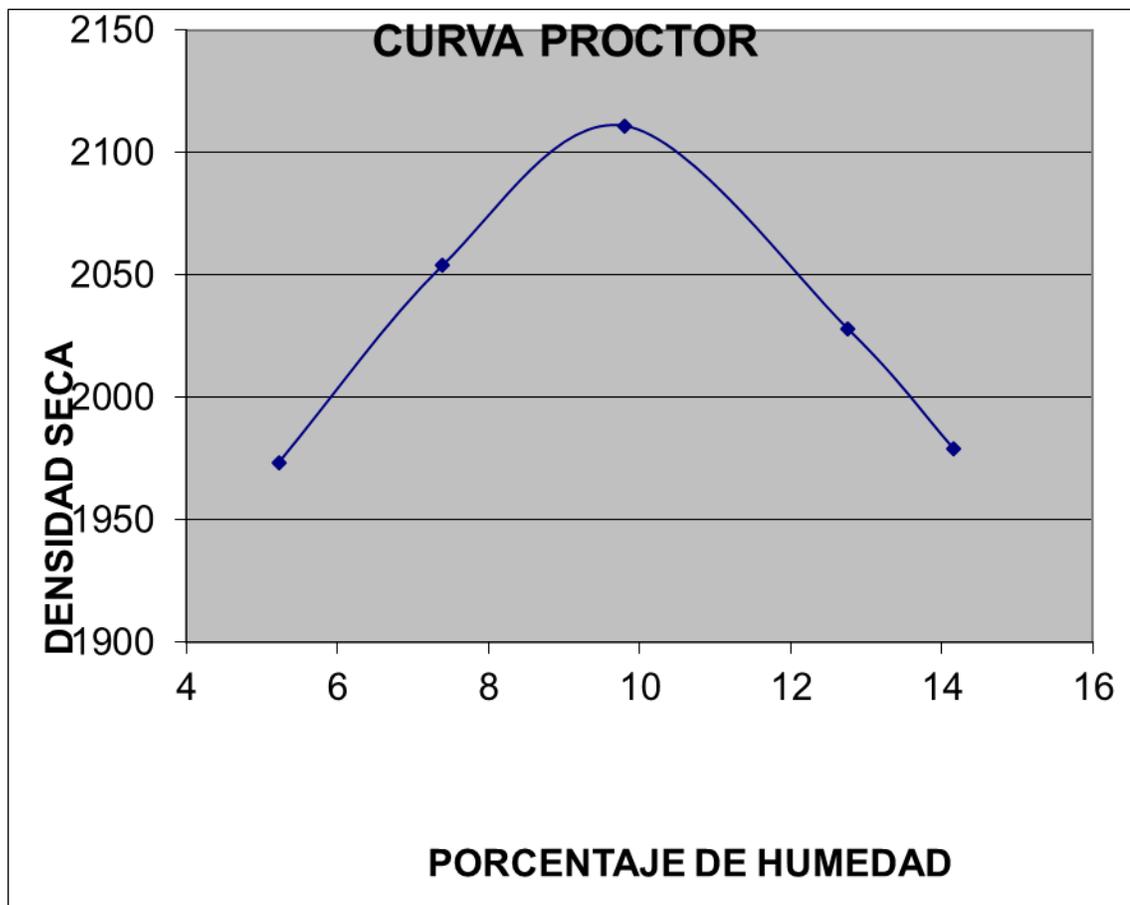
ENSAYO No	1	2	3	4	5
Molde + Material	6165	6282	6383	6355	6330
Porcentaje - Humedad	5,22	7,39	9,80	12,75	14,16
Densidad Seca - Kg/m3	1973,45	2054,15	2111,03	2028,22	1978,92

Ensayo No	1	2	3	4	5	6
Molde + Material	6165	6282	6383	6355	6330	
Densidad Humedad	2,076,41	2,205,98	2,317,83	2,286,82	2,259,14	
Tara No	10	21	6	5	13	
P. Humedo + Tara	103,10	139,00	154,05	145,00	125,00	
P. Seco + Tara	99,50	131,50	143,00	132,00	112,10	
Peso de Tara	30,50	30,03	30,20	30,04	21,00	
Porcentaje de Humedad	5,22	7,39	9,80	12,75	14,16	
Densidad Seca	1973,45	2054,15	2111,03	2028,22	1978,92	

RESUMEN

Densidad Máxima Promedio: 2111,03 Kg/m3

Humedad Optima: 9,80 %



**OBRA:** *Vía acceso a El Prado – Flor de la María – Vía a Daule*

**CALICATA # 2 - MUESTRA # 1:** \_\_\_\_\_

**Profundidad:** *0.00 m – 0.85 m*

**PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:**

**DESCRIPCION DE LA MUESTRA:** *Grava arenosa arcillosa color café clara*

**C.B.R. - %**

**CURVA DE 25 GOLPES**

Para 0.1" de penetración =  $\frac{280 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1000 \text{ Lb/pulg}^2}$  = 28.00 %  
 = 38.00 %

Para 0.2" de penetración =  $\frac{570 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1500 \text{ Lb/pulg}^2}$  = 38.00 %

**CURVA DE 56 GOLPES**

Para 0.1" de penetración =  $\frac{350 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1000 \text{ Lb/pulg}^2}$  = 35.00 %  
 = 46.00 %

Para 0.2" de penetración =  $\frac{690 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1500 \text{ Lb/pulg}^2}$  = 46.00 %

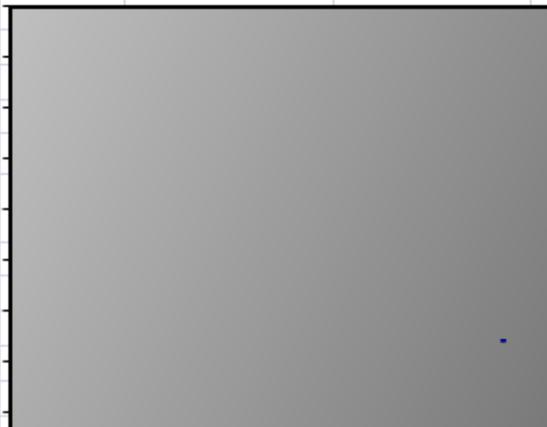
**EXPANSION - %**

A los ( 4 ) cuatro días ..... 0.03 %

<b><u>CBR - PENETRACION</u></b>			
<b>OBRA:</b> <i>Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule</i>			
<b>CALICATA # 2</b>			
<b>MUESTRA N.- 1:</b>	<i>Profundidad: 0,00 m - 0,85 m</i>		
<b>DESCRIPCION:</b>	<i>Grava arenosa arcillosa de coloración café clara</i>		
<b>GOLPES POR CAPA N.-:</b>	25		
<b>CAPAS N.-:</b>	5		
<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lbs.		
<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18"		
<b>N.- ENSAYO</b>	<b>Muestra N.- 1</b>		
	<b>CARGA DE PENETRACION</b>		
	LBS	KG	
1,27 mm (0.05")		-	
2.54 mm (0.10")	840.00	381.82	

### ENSAYO DE CBR

2.300  
2.200  
2.100  
2.000  
1.900  
1.800  
1.700  
1.600  
1.500



**BASE BUENA  
PIEDRA Y GRAVA  
TRITURADA**

**80%**

**BASE  
BUENA  
GRAVA**

## **CBR - PENETRACION**

<b>CBR - PENETRACION</b>									
OBRA: <i>Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule</i>									
<b>CALICATA # 2</b>									
MUESTRA N.- 1:		<i>Profundidad: 0,00 m - 0,85 m</i>							
DESCRIPCION:		<i>Grava arenosa arcillosa de coloración café clara</i>							
GOLPES POR CAPA N.-:		56							
CAPAS N.-:		5							
PESO DEL MARTILLO:		10 Lbs.							
ALTURA DE CAIDA:		18"							
<b>N.- ENSAYO</b>		<b>Muestra N.- 1</b>							
		<b>CARGA DE PENETRACION</b>							
		LBS				KG			
1,27 mm (0.05")		-				-			

### ENSAYO DE CBR

2.300

2.200

2.100

2.000

1.900

1.800

1.700

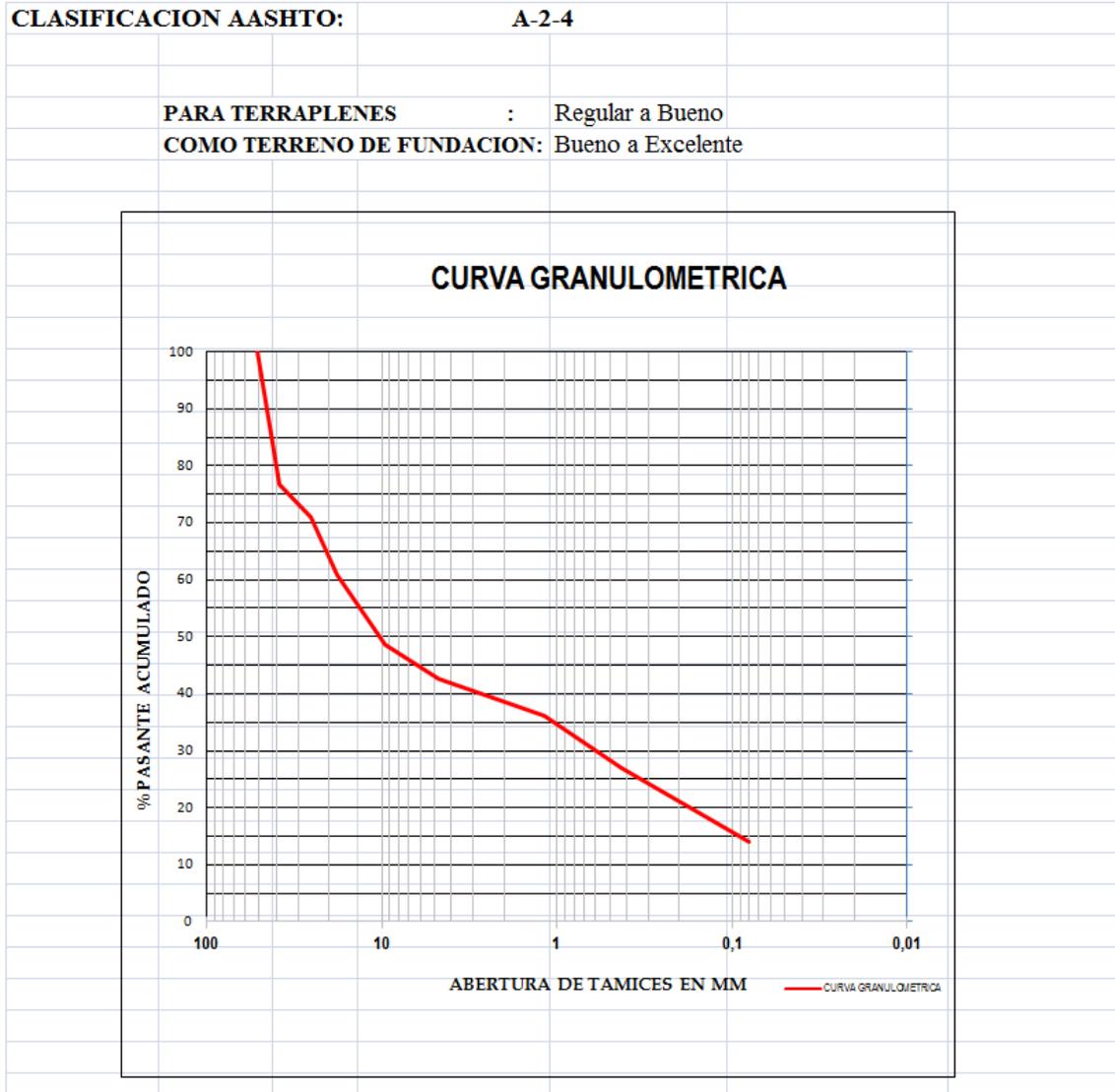
**BASE BUENA  
PIEDRA Y GRAVA  
TRITURADA**

**80%**

**BASE**

		<b>UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE</b>			
<b>PROYECTO:</b>	<i>Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule</i>				
				<b>CALICATA # 3</b>	
<b>MUESTRA</b>	<b># 1</b>		<i>Profundidad: 0,00 m - 0,80 m</i>		
<b>PROCEDENCIA DE MUESTRA</b>	<b>:</b>				
<b>DESCRIPCION DE MUESTRA</b>	<b>: Grava arenosa arcillosa de coloración café clara</b>				
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>					
	Material Pasante		<i>Límite Líquido</i>	<b>31%</b>	
	Tamiz # 40		<i>Ind. Plástico</i>	<b>8%</b>	
<b>ENSAYO GRANULOMETRICO</b>					

P. Mat. Seco + Tara	3129
P. Tara	100
Total Material	3029
Fondo	427,00
3029,00	
100,00	



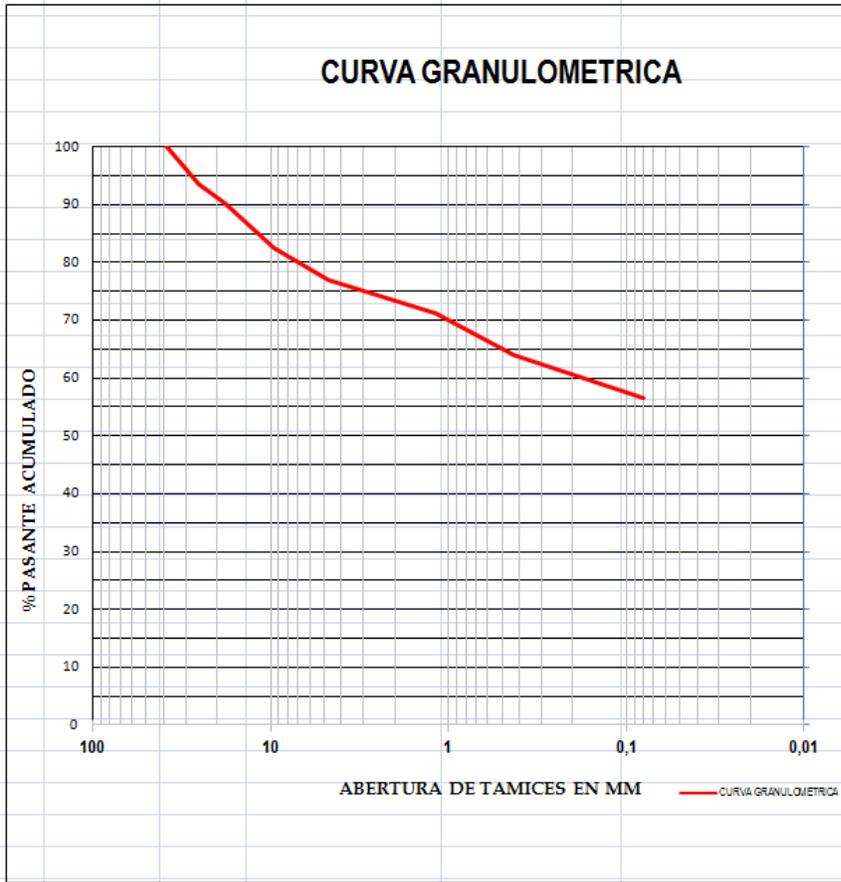
<b>UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE</b>			
<b>PROYECTO:</b>	Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule		
			<b>CALICATA # 3</b>
<b>MUESTRA</b>	# 2	Profundidad: 0,80 m - 1,00 m	
<b>PROCEDENCIA DE MUESTRA</b>	:		
<b>DESCRIPCION DE MUESTRA</b>	: Arcilla gravosa arenosa de coloración café oscura		
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>			
	Material Pasante	Límite Líquido	32%
	Tamiz # 40	Ind. Plástico	20%
<b>ENSAYO GRANULOMETRICO</b>			
<b>TAMIZ #</b>	<b>PESO - Grms.</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% PASANTE ESPECIE</b>

P. Mat. Seco + Tara	<b>1738</b>
P. Tara	<b>130</b>
Total Material	<b>1608</b>
Fondo	<b>911,00</b>
1608,00	
100,00	

**CLASIFICACION AASHTO:**

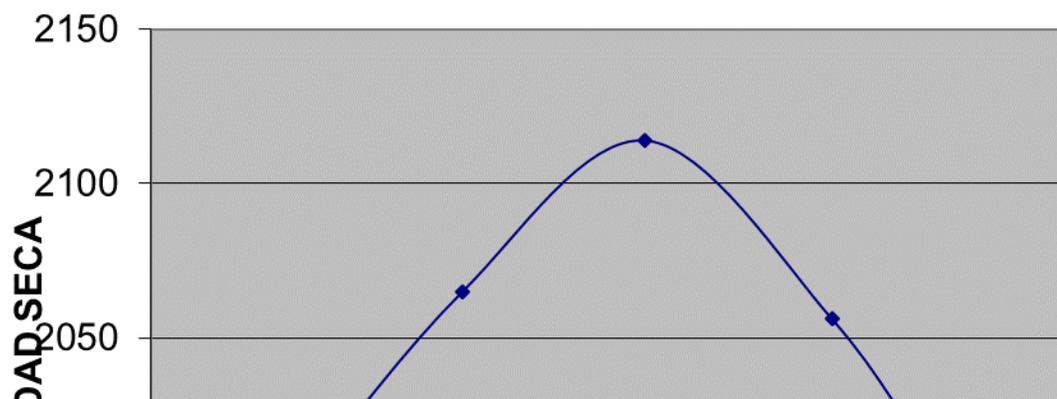
**A-2-6**

**PARA TERRAPLENES** : Regular a Bueno  
**COMO TERRENO DE FUNDACION:** Bueno a Excelente



				<b>ENSAYO PROCTOR</b>
<b>ODO: T-180-C</b>				
del molde:	4290 grs.	Mortillo: 10 Lbs.		
nen del molde:	903 cm <sup>3</sup>			
<b>ENSAYO No</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Material	6203	6306	6400	6388
ntaje - Humedad	5.89	8.12	10.53	12.99
dad Seca - Kg/m <sup>3</sup>	2000,57	2064,97	2114,01	2056,21
<b>RESUMEN</b>				
dad Máxima Promedio:	2114,01 Kg/m <sup>3</sup>			
dad Optima:	10,53 %			

### CURVA PROCTOR



**OBRA: Vía acceso a El Prado – Flor de la María – Vía a Daule**

**CALICATA # 3 - MUESTRA # 1:** \_

---

**Profundidad: 0.00 m – 0.80 m**

**PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:**

**DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Grava arenosa arcillosa color café clara**

**C.B.R. - %**

**CURVA DE 25 GOLPES**

$$\text{Para } 0.1'' \text{ de penetraci3n} = \frac{200 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1000 \text{ Lb/pulg}^2} = 20.00 \%_$$

$$= 32.67 \%$$

$$\text{Para } 0.2'' \text{ de penetraci3n} = \frac{490 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1500 \text{ Lb/pulg}^2} = 32.67 \%_$$

**CURVA DE 56 GOLPES**

$$\text{Para } 0.1'' \text{ de penetraci3n} = \frac{270 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1000 \text{ Lb/pulg}^2} = 27.00 \%_$$

$$= 40.67 \%$$

$$\text{Para } 0.2'' \text{ de penetraci3n} = \frac{610 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1500 \text{ Lb/pulg}^2} = 40.67 \%_$$

**EXPANSION - %**

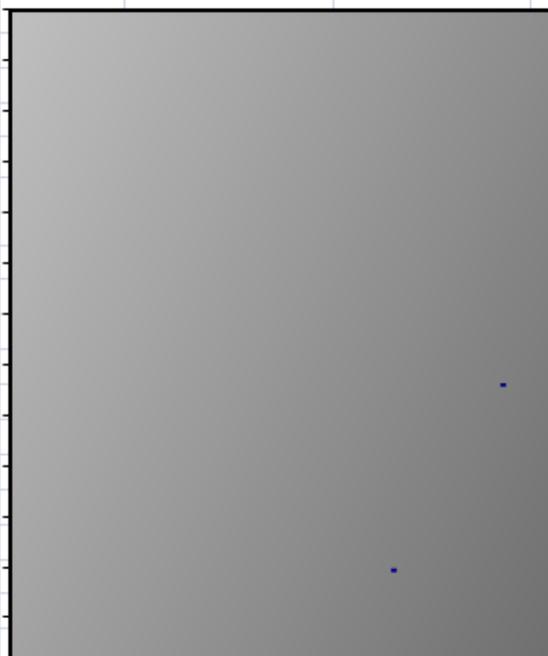
A los ( 4 ) cuatro d3as ..... 0.05 %

<b><u>CBR - PENETRACION</u></b>				
<b>OBRA:</b> <i>V3a acceso a El Prado - Flor de la Mar3a - V3a a Daule</i>				
<b>CALICATA # 3</b>				
<b>MUESTRA N.- 1:</b>	<i>Profundidad: 0,00 m - 0,80 m</i>			
<b>DESCRIPCION:</b>	<i>Grava arenosa arcillosa de coloraci3n caf3 clara</i>			
<b>GOLPES POR CAPA N.-:</b>	25			
<b>CAPAS N.-:</b>	5			
<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lbs.			
<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18"			
N.- ENSAYO	Muestra N.- 1			
	CARGA DE PENETRACION			
	LBS		KG	
1,27 mm (0.05")			-	
2,54 mm (0.10")	600,00		272,73	
5,08 mm (0.20")	1.470,00		668,18	
7,62 mm (0.30")	2.535,00		1.152,27	
10,16 mm (0.40")	3.600,00		1.636,36	
12,70 mm (0.50")	4.695,00		2.134,09	

### ENSAYO DE CBR

CARGA UNITARIA Lbs/pulg<sup>2</sup>

2.300  
2.200  
2.100  
2.000  
1.900  
1.800  
1.700  
1.600  
1.500  
1.400  
1.300  
1.200  
1.100



**BASE BUENA  
PIEDRA Y GRAVA  
TRITURADA**

**80%**

**BASE  
BUENA  
GRAVA**

**50%**

**SUB-  
BASE**

## CBR - PENETRACION

OBRA: *Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule*

**CALICATA # 3**

MUESTRA N.- 1: *Profundidad: 0,00 m - 0,80 m*

DESCRIPCION: *Grava arenosa arcillosa de coloración café clara*

GOLPES POR CAPA N.-: 56

CAPAS N.-: 5

PESO DEL MARTILLO: 10 Lbs.

ALTURA DE CAIDA: 18"

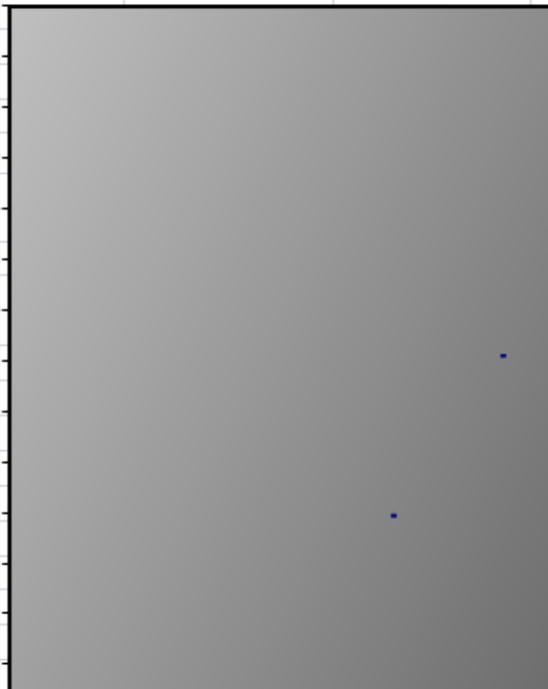
N.- ENSAYO	Muestra N.- 1 CARGA DE PENETRACION	
	LBS	KG
1,27 mm (0.05")		-
2,54 mm (0.10")	810,00	368,18
5,08 mm (0.20")	1.830,00	831,82
7,62 mm (0.30")	2.850,00	1.295,45
10,16 mm (0.40")	3.900,00	1.772,73
12,70 mm (0.50")	4.845,00	2.202,27
		-

<b>GOLPES</b>	<b>Esfuerzo de Penetración</b>
---------------	--------------------------------

### ENSAYO DE CBR

CARGA UNITARIA Lbs/pulg<sup>2</sup>

2.300  
2.200  
2.100  
2.000  
1.900  
1.800  
1.700  
1.600  
1.500  
1.400  
1.300  
1.200  
1.100  
1.000



**BASE BUENA  
PIEDRA Y GRAVA  
TRITURADA**

**80%**

**BASE  
BUENA  
GRAVA**

**50%**

**SUB-  
BASE  
BUENA**

<b>UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE</b>					
<b>PROYECTO:</b>		<i>Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule</i>			
		<b>CALICATA # 4</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b># 1</b>			<i>Profundidad: 0,00 m - 0,15 m</i>	
<b>PROCEDENCIA DE MUESTRA</b>		:			
<b>DESCRIPCION DE MUESTRA</b>		: <i>Grava arenosa arcillosa de coloración café clara</i>			
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>					
Material Pasante		<i>Límite Líquido</i>		<b>27%</b>	
Tamiz # 40		<i>Ind. Plástico</i>		<b>9%</b>	
<b>ENSAYO GRANULOMETRICO</b>					
<b>TAMIZ # PESO - Grms. % RETENIDO % PASANTE ESPECIE</b>					
	<b>4 "</b>			100,00	
	<b>3 "</b>		0,00	100,00	
	<b>2 1/2 "</b>		0,00	100,00	
	<b>2 "</b>		0,00	100,00	
	<b>1 1/2 "</b>	531,00	17,53	82,47	
	<b>1 "</b>	596,00	19,68	62,79	

P. Mat. Seco + Tara	<b>3129</b>
P. Tara	<b>100</b>
Total Material	<b>3029</b>
Fondo	<b>295,00</b>
3029,00	
100,00	

		63,3
		50,8
<b>1 1/2</b>	"	38,1 mm.
<b>1</b>	"	25,4 mm.
<b>3/4</b>	"	18,1 mm.
<b>3/8</b>	"	9,5 mm.
No. 4		4,76 mm.
No. 10		1,18 mm.
No. 40		0,43 mm.
No. 200		0,08 mm.

<b>CLASIFICACION AASHTO:</b>	<b>A-2-4</b>		
<b>PARA TERRAPLENES</b>	<b>:</b>	Regular a Bueno	
<b>COMO TERRENO DE FUNDACION:</b>		Bueno a Excelente	

<b>UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCFUERTE</b>					
<b>PROYECTO:</b> <i>Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule</i>					
<b>CALICATA # 4</b>					
<b>MUESTRA</b>	<b># 2</b>	<b>Profundidad: 0,15 m - 0,50 m</b>			
<b>PROCEDENCIA DE MUESTRA</b> :					
<b>DESCRIPCION DE MUESTRA</b> : <i>Arcilla gravosa arenosa de coloración café oscura</i>					
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>					
Material Pasante			<b>Límite Líquido</b>	<b>34%</b>	
Tamiz # 40			<b>Ind. Plástico</b>	<b>21%</b>	
<b>ENSAYO GRANULOMETRICO</b>					
<b>TAMIZ</b>	<b>#</b>	<b>PESO - Grms.</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% PASANTE</b>	<b>ESPECIE</b>
	4 "			100,00	
	3 "		0,00	100,00	
	2 1/2 "		0,00	100,00	
	2 "		0,00	100,00	

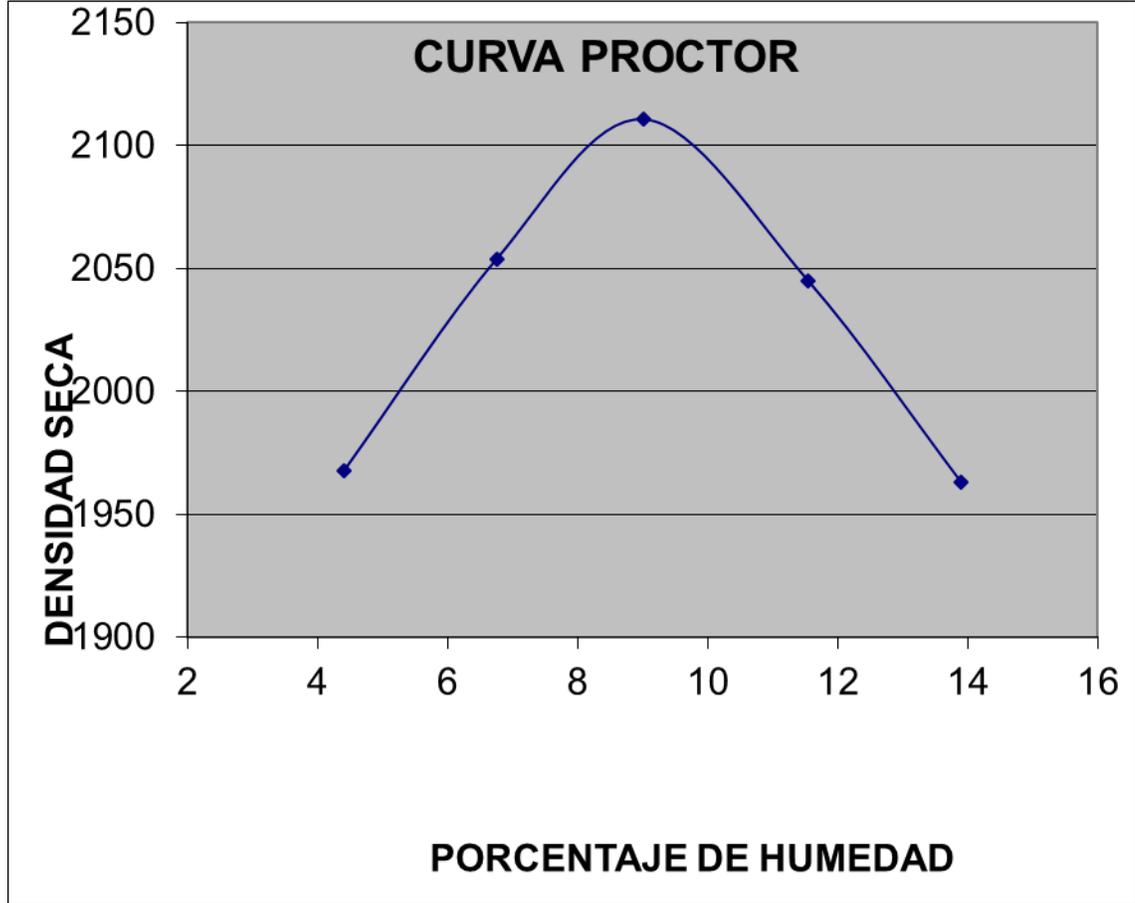






PROYECTO: <i>Via Acceso a El Prado - Fior de la Maria - Via a Daulte</i>				
MUESTRA # 1				
CALICATA # 4				
Profundidad: 0,00 m - 0,15 m				
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:				
DESCRIPCION DE LA MUESTRA: <i>Grava arenosa arcillosa de coloración café clara</i>				
<b>ENSAYO PROCTOR</b>				
METODO: T-180 C				
Peso del molde: 4290 grs. Martillo: 10Lbs.				
Volumen del molde: 903 cm3				
ENSAYO No				
1 2 3 4 5				
Molde + Material				
6145 6270 6368 6350 6309				
Porcentaje - Humedad				
4,41 6,76 9,02 11,55 13,91				
Densidad Seca - Kg/m3				
1967,59 2053,89 2110,77 2045,12 1962,85				
<b>RESUMEN</b>				
Densidad Maxima Promedio: 2110,77 Kg/m3				
Humedad Optima: 9,02 %				





**OBRA:** *Vía acceso a El Prado – Flor de la María – Vía a Daule*

**CALICATA # 4 - MUESTRA # 1:** \_\_\_\_\_

**Profundidad:** *0.00 m – 0.15 m*

**PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:**

**DESCRIPCION DE LA MUESTRA:** *Grava arenosa arcillosa color café clara*

**C.B.R. - %**

**CURVA DE 25 GOLPES**

Para 0.1" de penetración =  $\frac{320 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1000 \text{ Lb/pulg}^2} = 32.00 \%_$   
 = 40.67 %

Para 0.2" de penetración =  $\frac{610 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1500 \text{ Lb/pulg}^2} = 40.67 \%_$

**CURVA DE 56 GOLPES**

Para 0.1" de penetración =  $\frac{390 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1000 \text{ Lb/pulg}^2} = 39.00 \%_$   
 = 48.67 %

Para 0.2" de penetración =  $\frac{730 \text{ Lb/pulg}^2 \times 100 \%}{1500 \text{ Lb/pulg}^2} = 48.67 \%_$

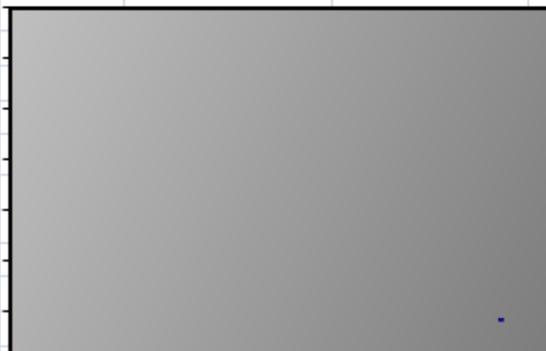
**EXPANSION - %**

A los ( 4 ) cuatro días ..... 0.04 %

<b><u>CBR - PENETRACION</u></b>	
<b>OBRA:</b> <i>Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule</i>	
<b>CALICATA # 4</b>	
<b>MUESTRA N.- 1:</b>	<i>Profundidad: 0,00 m - 0,15 m</i>
<b>DESCRIPCION:</b>	<i>Grava arenosa arcillosa de coloración café clara</i>
<b>GOLPES POR CAPA N.-:</b>	25
<b>CAPAS N.-:</b>	5
<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lbs.
<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18"

### ENSAYO DE CBR

2.300  
2.200  
2.100  
2.000  
1.900  
1.800  
1.700



**BASE BUENA  
PIEDRA Y GRAVA  
TRITURADA**

**80%**

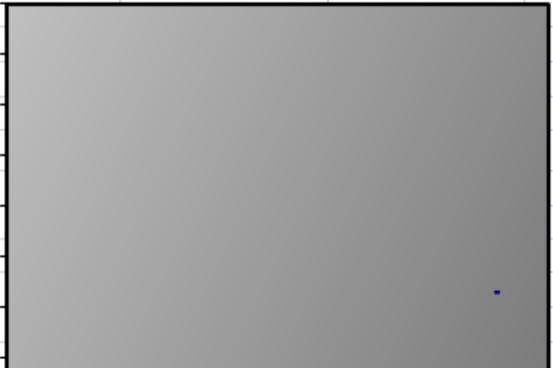
**BASE**

## CBR - PENETRACION

<b><u>CBR - PENETRACION</u></b>			
OBRA: <i>Vía acceso a El Prado - Flor de la María - Vía a Daule</i>			
<b>CALICATA # 4</b>			
MUESTRA N.- 1:	<i>Profundidad: 0,00 m - 0,15 m</i>		
DESCRIPCION:	<i>Grava arenosa arcillosa de coloración café clara</i>		
GOLPES POR CAPA N.-:	56		
CAPAS N.-:	5		
PESO DEL MARTILLO:	10 Lbs.		
ALTURA DE CAIDA:	18"		
<b>N.- ENSAYO</b>	<b>Muestra N.- 1</b>		
	<b>CARGA DE PENETRACION</b>		
	<b>LBS</b>	<b>KG</b>	
1.27 mm (0.05")	-	-	

### ENSAYO DE CBR

2.300  
2.200  
2.100  
2.000  
1.900  
1.800  
1.700  
1.600



**BASE BUENA  
PIEDRA Y GRAVA  
TRITURADA**

**80%**

**BASE  
BUENA**

**Anexo #7 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**OBRA:** FLOR DE LA MARIA

**LUGAR .** VIA DAULE

**RUBRO O ACTIVIDAD :** TRAZADO DE VÍA

**UNIDAD:** Km

**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA ( C ) = (A*B)	RENDIMIENTO ( R )	COSTO (D) =( C*R)
Teodolito	1.00	6.37	6.37	39.85	253.84
Nivel	1.00	5.50	5.5	39.85	219.18
<b>SUB TOTAL (M) :</b>					<b>473.02</b>

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA ( C ) = (A*B)	RENDIMIENTO ( R )	COSTO (D) =( C*R)
Topografo	2.00	1.78	3.56	39.85	141.87
Cadenero	4.00	1.78	7.12	39.85	283.73
<b>SUB TOTAL (N) :</b>					<b>425.60</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) =(A*B)
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) =(A*B)
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)

**898.62**

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	134.79
OTROS INDIRECTOS	10 %	89.86
FISCALIZACIÓN	5 %	44.93
VALOR OFERTADO		<b>1168.20</b>
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>1168.20</b>

**ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**OBRA:** FLOR DE LA MARIA

**LUGAR.**

**RUBRO O ACTIVIDAD:** DESBROCE Y LIMPIEZA

**UNIDAD:** Ha

**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Motoniveladora	1.00	45.00	45	3.37	151.65
Cargadora	1.00	30.00	30	3.37	101.1
Volqueta	1.00	20.00	20	3.37	67.4
<b>SUB TOTAL (M) :</b>					<b>320.15</b>

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Operador Motoniveladora	1.00	2.03	2.03	3.37	6.84
Ayudante de maquinaria	1.00	1.86	1.86	3.37	6.27
Operador Cargadora	1.00	2.03	2.03	3.37	6.84
Chofer Volqueta	1.00	2.36	2.36	3.37	7.95
<b>SUB TOTAL (N) :</b>					<b>27.9</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				

**TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)**

**348.05**

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	52.21
OTROS INDIRECTOS	10 %	34.81
FISCALIZACIÓN	5 %	17.4
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>452.47</b>
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>452.47</b>

RUBRO O ACTIVIDAD : CORTE

UNIDAD: m<sup>3</sup>

**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Tractor Oruga	1.00	37.00	37	0.025	0.925
Cargadora frontal	1.00	40.00	40	0.025	1
Equipo topográfico	1.00	2.25	2.25	0.025	0.05625
Volqueta 10 m <sup>3</sup>	2.00	25.00	50	0.025	1.25
<b>SUB TOTAL (M) :</b>					<b>3.23125</b>

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Op. Tractor Oruga	1.00	2.03	2.03	0.025	0.05
Op. Cargadora Frontal	1.00	2.03	2.03	0.025	0.05
Chofer Clase II	2.00	2.36	4.72	0.025	0.12
Ayudante Maquinaria	2.00	1.86	3.72	0.025	0.09
Topografo	1.00	1.78	1.78	0.025	0.04
Cadenero	2.00	1.78	3.56	0.025	0.09
<b>SUB TOTAL (N) :</b>					<b>0.45</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				

**TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)**

**3.68**

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	0.55
OTROS INDIRECTOS	10 %	0.37
FISCALIZACIÓN	5 %	0.18
VALOR OFERTADO		4.78
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>4.78</b>

RUBRO O ACTIVIDAD : RELLENO CON MATERIAL DE SITIO

UNIDAD: m<sup>3</sup>

**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA ( C ) = (A*B)	RENDIMIENTO ( R )	COSTO (D) =( C*R)
Motoniveladora	1.00	45.00	45	0.030	1.35
Rodillo Liso	1.00	30.00	30	0.030	0.90
Tanquero	1.00	15.00	15	0.030	0.45
Equipo topográfico	1.00	2.25	2.25	0.030	0.07
SUB TOTAL (M) :					2.77

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA ( C ) = (A*B)	RENDIMIENTO ( R )	COSTO (D) =( C*R)
Op. Motoniveladora	1.00	2.03	2.03	0.030	0.06
Op. Rodillo Liso	1.00	2.03	2.03	0.030	0.06
Chofer	1.00	2.36	2.36	0.030	0.07
Ayudante Maquinaria	2.00	1.86	3.72	0.030	0.11
Topografo	1.00	1.78	1.78	0.030	0.05
Cadenero	2.00	1.78	3.56	0.030	0.11
SUB TOTAL (N) :					0.46

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) =( A*B)
SUB TOTAL (O) :				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) =( A*B)
SUB TOTAL (O) :				

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)

3.23

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	0.48
OTROS INDIRECTOS	10 %	0.32
FISCALIZACIÓN	5 %	0.16
VALOR OFERTADO		4.20
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>4.20</b>

**RUBRO O ACTIVIDAD :** SUB-BASE

**UNIDAD:** m<sup>3</sup>

**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Motoniveladora 155 HP	1.00	68.00	68	0.00912	0.62
Rodillo Vibratorio	1.00	35.56	35.56	0.00912	0.32
Tanquero 1000 Lt	1.00	25.00	25	0.00912	0.23
<b>SUB TOTAL (M) :</b>					<b>1.17</b>

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Operador Motoniveladora	1.00	2.03	2.03	0.00912	0.02
Operador Rodillo	1.00	2.03	2.03	0.00912	0.02
Chofer	1.00	2.36	2.36	0.00912	0.02
Ayudante de maquinaria	1.00	1.86	1.86	0.00912	0.02
Peón	5.00	1.78	8.9	0.00912	0.08
<b>SUB TOTAL (N) :</b>					<b>0.16</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Grava triturada Uniforme	m <sup>3</sup>	1.25	6.00	7.50
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				<b>7.50</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				

**TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)**

**8.83**

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	1.32
OTROS INDIRECTOS	10 %	0.88
FISCALIZACIÓN	5 %	0.44
VALOR OFERTADO		11.48
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>11.48</b>

**RUBRO O ACTIVIDAD :** TRANSPORTE DE LA SUB-BASE

**UNIDAD:** m<sup>3</sup>- Km

**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Volqueta (9m <sup>3</sup> )	2.00	20	40	0.04	1.60
SUB TOTAL (M) :					1.60

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Chofer II -	2.00	2.61	5.22	0.04	0.21
SUB TOTAL (N) :					0.21

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
SUB TOTAL (O) :				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
SUB TOTAL (O) :				

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)

1.81

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	0.27
OTROS INDIRECTOS	10 %	0.18
FISCALIZACIÓN	5 %	0.09
VALOR OFERTADO		2.35
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>2.35</b>

RUBRO O ACTIVIDAD : BASE

UNIDAD: m<sup>3</sup>

**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Motoniveladora	1.00	68.00	68	0.021	1.43
Rodillo Vibratorio	1.00	35.56	35.56	0.021	0.75
Tanquero	1.00	25.00	25	0.021	0.53
SUB TOTAL (M) :					2.70

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Operador Motoniveladora	1.00	2.03	2.03	0.021	0.04
Operador Rodillo	1.00	2.03	2.03	0.021	0.04
Chofer	1.00	2.36	2.36	0.021	0.05
Ayudante de maquinaria	1.00	1.86	1.86	0.021	0.04
Peón	5.00	1.78	8.9	0.021	0.19
SUB TOTAL (N) :					0.36

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Mat. Cribado	m <sup>3</sup>	1.25	7.00	8.75
SUB TOTAL (O) :				8.75

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
SUB TOTAL (O) :				

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)

11.81

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	1.77
OTROS INDIRECTOS	10 %	1.18
FISCALIZACIÓN	5 %	0.59
VALOR OFERTADO		15.35
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>15.35</b>

**RUBRO O ACTIVIDAD :** TRANSPORTE DE BASE

**UNIDAD:** m<sup>3</sup> - Km

**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Volqueta (9m <sup>3</sup> )	2.00	20	40	0.04	1.6
SUB TOTAL (M) :					1.6

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Chofer II -	2.00	2.61	5.22	0.04	0.21
SUB TOTAL (N) :					0.21

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
SUB TOTAL (O) :				0.00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
SUB TOTAL (O) :				

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)

1.81

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	0.27
OTROS INDIRECTOS	10 %	0.18
FISCALIZACIÓN	5 %	0.09
VALOR OFERTADO		2.35
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>2.35</b>

**RUBRO O ACTIVIDAD :** MEJORAMIENTO SUBRASANTE**UNIDAD:** m<sup>3</sup>**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA ( C ) = (A*B)	RENDIMIENTO ( R )	COSTO (D) =( C*R)
Tractor	1.00	37.00	37	0.005	0.19
Cargadora 130 HP	1.00	30.00	30	0.005	0.15
Rodillo Liso	1.00	38.00	38	0.005	0.19
Tanquero	1.00	15.00	15	0.005	0.08
Volqueta 10 m <sup>3</sup>	2.00	25.00	50	0.005	0.25
Equipo topográfico	1.00	3.75	3.75	0.005	0.02
<b>SUB TOTAL (M) :</b>					<b>0.87</b>

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA ( C ) = (A*B)	RENDIMIENTO ( R )	COSTO (D) =( C*R)
Op. Tractor Oruga	1.00	2.03	2.03	0.005	0.01
Op. Cargadora	1.00	2.03	2.03	0.005	0.01
Op. Rodillo Liso	1.00	2.03	2.03	0.005	0.01
Chofer	3.00	1	3.00	0.005	0.02
Ayudante Maquinaria	2.00	1.86	3.72	0.005	0.02
Topografo	1.00	1.78	1.78	0.005	0.01
Cadenero	2.00	1.78	3.56	0.005	0.02
<b>SUB TOTAL (N) :</b>					<b>0.09</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) =(A*B)
Cemento	sc	4	5.86	23.44
Arena	m <sup>3</sup>	0.2	6.3	
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				<b>23.44</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) =(A*B)
Cemento	Ton - km	0.20	0.5	0.10
Arena	m <sup>3</sup> - Km	0.20	0.5	0.10
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				<b>0.20</b>

**TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)****24.60****COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	3.69
OTROS INDIRECTOS	10 %	2.46
FISCALIZACIÓN	5 %	1.23
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>31.98</b>
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>31.98</b>

**RUBRO O ACTIVIDAD :** IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA**UNIDAD:** m<sup>2</sup>**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Escoba Mec.Autopropulsora	1.00	13.59	13.59	0.015	0.20
Distribuidor de Asfalto	1.00	35	35	0.015	0.53
<b>SUB TOTAL (M) :</b>					<b>0.73</b>

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Operador Escoba	1.00	1.96	1.96	0.015	0.03
Operador Distribuidor	1.00	1.96	1.96	0.015	0.03
Ayudante de maquinaria	1.00	1.86	1.86	0.015	0.03
Peón	5.00	1.78	8.9	0.015	0.13
<b>SUB TOTAL (N) :</b>					<b>0.22</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Asfalto RC 250	lt	1.02	0.004	0.00
Diesel	lt	0.008	0.004	0.00
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				<b>0.00</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Asfalto Diluido	ton-Km	0.124	0.34	0.04
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				<b>0.04</b>

**TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)****1.00****COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	0.15
OTROS INDIRECTOS	10 %	0.10
FISCALIZACIÓN	5 %	0.05
VALOR OFERTADO		1.29
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>1.29</b>

**RUBRO O ACTIVIDAD :      CAPA DE RODADURA DE HORM. ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA****EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Finisher	1.00	45.00	45.00	0.0062	0.28
Rodillo Liso 125 HP	1.00	38.00	38.00	0.0062	0.24
Rodillo Neumático	1.00	33.00	33.00	0.0062	0.20
<b>SUB TOTAL (M) :</b>					<b>0.72</b>

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Operador Finisher	1.00	0.05	0.05	0.0062	0.00
Operador Rodillo	2.00	1.96	3.92	0.0062	0.02
Ayudante de maquinaria	1.00	1.86	1.86	0.0062	0.01
Peón	8.00	1.78	14.24	0.0062	0.09
<b>SUB TOTAL (N) :</b>					<b>0.12</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Hormigón Asfáltico	m <sup>3</sup>	0.12	68.00	8.16
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				<b>8.16</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Hormigón Asfáltico	m <sup>3</sup> - Km	15.00	0.20	3.00
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				<b>3.00</b>

**TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)****12.00****COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	1.80
OTROS INDIRECTOS	10 %	1.20
FISCALIZACIÓN	5 %	0.60
VALOR OFERTADO		15.60
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>15.60</b>

**RUBRO O ACTIVIDAD :** CUNETAS DE HORMIGÓN SIMPLE  $f_c=180 \text{ Kg/cm}^2$  **UNIDAD:** ml

**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Concretera	1.00	3.13	3.13	6.200	19.41
Compactador Manual	1.00	1.75	1.75	6.200	10.85
Equipo topográfico	1.00	4.37	4.37	6.200	27.09
<b>SUB TOTAL (M) :</b>					<b>57.35</b>

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Maestro de Obra	1.00	1.78	1.78	6.200	11.04
Carpintero	1.00	1.78	1.78	6.200	11.04
Albañil	1.00	1.78	1.78	6.200	11.04
ayudante Albañil	2.00	1.78	3.56	6.200	22.07
Ayudante Carpintero	2.00	1.78	3.56	6.200	22.07
Peón	3.00	1.78	5.34	6.200	33.11
Topografo	1.00	1.78	1.78	6.200	11.04
Cadenero	2.00	1.78	3.56	6.200	22.07
<b>SUB TOTAL (N) :</b>					<b>143.47</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Cemento	sc	8	6.30	50.40
Agregado triturado 3/4"	m <sup>3</sup>	1	15.78	15.78
Arena	m <sup>3</sup>	0.45	7.78	3.50
Agua en tanquero	lt	0.05	1.1	0.06
Encofrado	Unidad	4.14	4.2	17.39
Curador químico	lt	1.00	1.98	1.98
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Cemento	Ton - km	1.20	0.25	0.30
Agregado triturado 3/4"	m <sup>3</sup> - Km	1.20	0.25	0.30
Arena	m <sup>3</sup> - Km	1.20	0.25	0.30
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				<b>0.90</b>

**TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)**

**201.72**

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	30.26
OTROS INDIRECTOS	10 %	20.17
FISCALIZACIÓN	5 %	10.09
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>262.23</b>
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>262.23</b>

**RUBRO O ACTIVIDAD :** ACERA Y BORDILLO**UNIDAD:** ml**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Concreteira	1.00	3.13	3.13	3.500	10.96
<b>SUB TOTAL (M) :</b>					<b>10.96</b>

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Maestro Categoría IV	1.00	1.78	1.78	3.500	6.23
Albañil	1.00	1.78	1.78	3.500	6.23
Ayudante de Albañil	2.00	1.78	3.56	3.500	12.46
Carpintero	1.00	1.78	1.78	3.500	6.23
Peón	4.00	1.78	7.12	3.500	24.92
<b>SUB TOTAL (N) :</b>					<b>56.07</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Cemento	sc	16.00	6.20	99.20
Arena	m <sup>3</sup>	1.16	6.3	7.31
Piedra	m <sup>3</sup>	1.96	7.82	15.33
Encofrado	m <sup>2</sup>	8.28	4.2	34.78
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				<b>156.61</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Cemento	Ton-Km			
Agregado	m <sup>3</sup> -Km			
<b>SUB TOTAL (O) :</b>				

**TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)**

223.64

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	33.55
OTROS INDIRECTOS	10 %	22.36
FISCALIZACIÓN	5 %	11.18
VALOR OFERTADO		290.73
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>290.73</b>

**RUBRO O ACTIVIDAD :** COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE H.A. DE 48"

**UNIDAD:** ml

**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Excavadora 153 HP/1.5 m <sup>3</sup>	1.00	3.13	3.13	8.340	26.1042
Rodillo Liso 10 Ton	1.00	1.75	1.75	8.340	14.595
Equipo topográfico	1.00	2.25	2.25	8.340	18.765
SUB TOTAL (M) :					59.4642

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Op. Excavadora	1.00	1.78	1.78	8.340	14.85
Op. Rodillo Liso	1.00	1.78	1.78	8.340	14.85
Ayudante maquinaria	2.00	1.78	3.56	8.340	29.69
Peón	1.00	1.78	1.78	8.340	14.85
Topógrafo	1.00	1.78	1.78	8.340	14.85
Cadenero	2.00	1.78	3.56	8.340	29.69
SUB TOTAL (N) :					118.76

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Tubería de H.A de 48"	ml	1.01	304.23	307.27
Juntas Neopreno	Unidad	1.00	6.1	6.10
SUB TOTAL (O) :				313.37

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Tubería de H.A de 48"	m <sup>3</sup>	2.00	0.3	0.60
SUB TOTAL (O) :				0.60

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)

492.20

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	73.83
OTROS INDIRECTOS	10 %	49.22
FISCALIZACIÓN	5 %	24.61
VALOR OFERTADO		639.86
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>639.86</b>

**RUBRO O ACTIVIDAD :** HORMIGÓN ESTRUCTURAL  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ **UNIDAD:**  $\text{m}^3$ **EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Concreteira	1.00	3.13	3.13	0.835	2.61
Compactador	1.00	1.75	1.75	0.835	1.46
Vibrador	1.00	2.50	2.5	0.835	2.09
Equipo topográfico	1.00	2.25	2.25	0.835	1.88
SUB TOTAL (M) :					8.04

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Maestro de Obra	1.00	1.78	1.78	0.835	1.49
Carpintero	1.00	1.78	1.78	0.835	1.49
Albañil	1.00	1.78	1.78	0.835	1.49
ayudante Albañil	2.00	1.78	3.56	0.835	2.97
Ayudante Carpintero	2.00	1.78	3.56	0.835	2.97
Peón	2.00	1.78	3.56	0.835	2.97
Topografo	1.00	1.78	1.78	0.835	1.49
Cadenero	2.00	1.78	3.56	0.835	2.97
SUB TOTAL (N) :					17.84

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Cemento	sc	8.00	7.50	60.00
Agregado triturado 3/4"	$\text{m}^3$	1.25	7.82	9.78
Arena	$\text{m}^3$	0.70	6.3	4.41
Agua en tanquero	lt	30	0.05	1.50
Encofrado	$\text{m}^2$	1.00	4.2	4.20
Curador químico	lt	1.00	1.98	1.98
SUB TOTAL (O) :				81.87

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Cemento	$\text{m}^3$	1.00	0.3	0.30
Agregado triturado 3/4"	$\text{m}^3$	1.00	0.3	0.30
Arena	$\text{m}^3$	1.00	0.3	0.30
SUB TOTAL (O) :				0.90

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)

108.64

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	16.30
OTROS INDIRECTOS	10 %	10.86
FISCALIZACIÓN	5 %	5.43
VALOR OFERTADO		141.23
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>141.23</b>

**RUBRO O ACTIVIDAD :** Hierro estructural

**EQUIPOS :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
SUB TOTAL (M) :					

**MANO DE OBRA :**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO/HORA (C) = (A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) = (C*R)
Peón I	1.00	1.78	1.78	3.200	5.70
Ayudante II	1.00	1.78	1.78	3.200	5.70
Maestro IV	1.00	1.78	1.78	3.200	5.70
Fierrero	1.00	1.78	1.78	3.200	5.70
SUB TOTAL (N) :					22.78

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
Hierro estructural $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$	Kg	327	1.70	555.90
Alambre #18	Kg	0.03	1.35	0.04
SUB TOTAL (O) :				555.94

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO (C) = (A*B)
SUB TOTAL (O) :				

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)

578.72

**COSTOS INDIRECTOS:**

INDIRECTOS Y UTILIDADES	15 %	86.81
OTROS INDIRECTOS	10 %	57.87
FISCALIZACIÓN	5 %	28.94
VALOR OFERTADO		752.34
<b>PRECIO UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>752.34</b>