



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ACATLÁN**

**TITULO: “PROYECTO GEOMÉTRICO DE LA MODERNIZACIÓN DE LA  
CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO  
TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE  
QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**TESINA Y EXAMEN PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERÍA CIVIL**

**PRESENTA**

**SALATIEL MORALES MORALES**

**ASESOR:**

**INGENIERO OMAR ULISES MORALES DÁVILA**

**SEPTIEMBRE DEL 2016**

**SANTA CRUZ ACATLÁN, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la vida que me dio, Él ha sido mi razón para vivir y seguir adelante en el camino donde me puso. Sin Él nada de lo que existe es. Con Él todo lo podemos.

A mis padres porque sin ellos no hubiera podido lograr lo que tengo, por la educación que me inculcaron, por todo lo que ellos me dieron sin importar el precio.

A mi esposa e hijos que han sido el motor de mi esfuerzo, que por ellos me he esforzado para poder realizar este trabajo.

A mi escuela UNAM FES ACATLAN que me abrió sus puertas al conocimiento y pude tener una aula, un libro, un profesor que me brindo su ciencia y conocimiento.

A mi asesor, compañero y amigo, Ing. Omar Ulises Morales Dávila que me brindó su mano para poder terminar este trabajo y realizar los trámites correspondientes a fin de obtener el tan esperado título profesional.

A los sinodales ing. Manuel Gómez Gutiérrez, ing. Liborio Julián Bravo Martínez, ing. J. Guadalupe Castillo García, ing. Manuel Zamarripa Medina, por haber dedicado parte de su tiempo en la revisión de este trabajo.

A mis familiares, compañeros y amigos que estuvieron respaldándome y apoyándome anímica y moralmente sin perder la fe que pudiera concluir con este proyecto.

A mis Jefes del Grupo TRIADA que me apoyaron en todos los aspectos, en especial a mi Jefe M. en I. Alberto Ramírez Piedrabuena que me impulsó a terminar este ciclo educativo y estar al pendiente de mi situación académica.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**Objetivo General.-** Explicar el desarrollo del proyecto geométrico y de terracerías de la modernización de la carretera San Juan del Río – Xilitla.

## **INDICE**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **Capitulo I.- Antecedentes y Situación Actual**

#### **Capitulo II.- Estudios Previos**

- II.1) Estudio Topográfico Definitivo.
  - II.2.a) Registro de Trazo.
  - II.2.b) Registro de Nivel.
  - II.2.c) Registro de Secciones Transversales del Terreno.
  - II.2.d) Registro de drenaje existente.
  
- II.2) Estudio Geotécnico y de Pavimentos.
  - II.3.a) Informe del Estudio de Geotecnia.
  - II.3.b) Datos para el Cálculo de Curva masa para el Proyecto de Terracerías.
  - II.3.c) Bancos de materiales para el Proyecto de Terracerías.
  - II.3.d) Diseño de pavimentos.
  
- II.3) Estudio de Drenaje

#### **Capitulo III.-Proyecto de Sub-rasante**

- III.1) Generalidades
- III.2) Alineamiento Vertical
- III.3) Sección Transversal

#### **Capitulo IV.-Proyecto de Terracerías**

- IV.1) Captura de Datos en el Programa de Curva Masa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- IV.2) Resultados del Programa de Curva Masa de la S.C.T.
- IV.3) Curva Masa.
- IV.4) Cantidades de Obra.



**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

## **Capitulo V.- Presentación de Planos Definitivos**

- V.1) Contenido de Planos.
- V.2) Plantas de Kilometro.
- V.3) Planta General de 5 kilómetros.
- V.4) Perfil de Trabajo de 5 Kilómetros.
- V.5) Secciones de Construcción.

## **CONCLUSIONES**

## **ANEXOS**

## **REFERENCIAS**

## **INTRODUCCION**

En este presente trabajo se pretende dar una explicación de manera explícita los aspectos principales que debe conocer el ingeniero civil en el proyecto geométrico para la modernización de carreteras, haciendo uso de los métodos exigidos por la Dirección General de Carreteras de la SCT.

Estudiaremos la Carretera San Juan del Río - Xilitla, tramo Tequisquiapan – Ezequiel Montes del km 30+000 al km 35+000, comprendiendo todas las fases del proyecto geométrico y explicando de manera simplificada los estudios previos necesarios que permitirán desarrollar el proyecto geométrico para la modernización de la carretera.

Cabe mencionar que este trabajo se realizará a partir de un estudio previo tanto económico, político, cultural y turístico; aprobado por el estado de Querétaro y dándole seguimiento el Centro S.C.T. de dicho Estado.

Para realizar el proyecto geométrico de la vía en estudio se tomarán en cuenta los siguientes temas:

### **ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS DEFINITIVOS.**

Se da una explicación de los diferentes trabajos topográficos en función del proyecto propuesto que será el definitivo. Para esto se hizo un levantamiento de registros de trazo, referencias de trazo, registro de bancos de nivel, registro de nivel, registro de secciones, registro de drenaje existente. Esta información se utilizará para la codificación de datos para el programa de Curva Masa de la SCT.

### **ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.**

Por medio de estos estudios podemos conocer el tipo de suelo, su capacidad de carga, y en caso necesario saber cómo mejorar sus propiedades para que lo aprovechemos en la ampliación de la vía. Todas sus características se conocen a través de exploraciones de campo y pruebas de laboratorio. También se presentan estudios de bancos de materiales de terracerías para ser utilizados en la formación de terraplenes de la ampliación de la carretera. Toda esta información se codificará en el programa de Curva Masa de la SCT.

### **DRENAJE.**

Se realizará un estudio del drenaje existente, dando recomendaciones del mismo, en algunos casos ampliando el que se encuentra en el lugar o cambiando el tipo de obra de drenaje tomando en cuenta los reglamentos o normas que las rigen. Para el proyecto geométrico nos interesa saber la elevación de la subrasante mínima de cada obra para poder pasar nuestro alineamiento vertical por estos puntos y garantizar el buen funcionamiento del drenaje existente.

### **PROYECTO DE SUBRASANTE.**

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**INTRODUCCION**

Revisión del cálculo de la subrasante, considerando la subrasante mínima aplicada para disminuir tanto cortes como terraplenes, que repercutirán considerablemente en el costo de la obra.

**CURVA MASA.**

Dentro del proyecto es indispensable conocer todos los movimientos de tierra que se van a presentar en el proyecto, por tanto la curva masa nos representa gráficamente los volúmenes de corte y los de terraplén, que son básicos para saber el costo que tendrá el movimiento de tierras, ya que también se utilizará para calcular la distancia de acarreo para fines de pago. Para esto nos apoyaremos en el programa de Curva Masa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes que facilita a la empresa ganadora del proyecto y que explicaremos en el capítulo correspondiente.

**CANTIDADES DE OBRA.**

Se revisarán los diferentes trabajos efectuados en cada tramo del camino para tener noción cuantitativa de todas las actividades a ejecutar durante la construcción del camino y en base a esto obtener un monto

**PLANOS DEFINITIVOS.**

Se realizarán los diferentes planos que formen parte del proyecto geométrico de la modernización del camino con la finalidad de que correspondan entre si tanto la planta de kilómetro, perfiles de construcción, y secciones de construcción para que se ubiquen obras de drenaje, bancos de nivel y zonas críticas. Además de explicar las partes que integran a cada uno de los planos ya que esta información es de suma importancia para que el constructor pueda ejecutar las diferentes partes de la vialidad y saber cómo atacar cada frente de trabajo.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO I ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL**

**CAPITULO I.- ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL**

Objetivo.- Describir los antecedentes y la situación actual del sitio en estudio.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes en el estado de Querétaro, lleva a cabo un programa de mejoramiento de la infraestructura carretera en diversas zonas que permitirá agilizar la movilidad de vehículos y carga vialidad y permitirá modernizar las vías de comunicación en los municipios de la zona conurbada. En esta ocasión se realizó un concurso público para que se llevara a cabo el proyecto ejecutivo de la ampliación de la carretera Federal 120 San Juan del Río - Xilitla, del Km. 22+200 al Km. 35+200 del Municipio de Tequisquiapan al municipio de Ezequiel Montes en el estado de Querétaro.

El camino existente tiene mucha afluencia vehicular, el tramo en cuestión comunica a las cabeceras Municipales, de Tequisquiapan y Ezequiel Montes, así también es vía de comunicación con San Juan del Río y Cadereyta, por lo que se requiere urgentemente modernizar las vías de comunicación para permitir que se agilice el tránsito en la zona.

Datos generales del proyecto.

Nombre del proyecto.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

Tipo de proyecto.

Modernización y rectificación de una carretera existente, la cual tiene una clasificación tipo B y pasará a tener una clasificación A4, según criterios de la SCT. La modernización inicia en el municipio de Tequisquiapan km 22+000 y termina en el km 35+200.00 en la población de Ezequiel Montes.

Dimensiones del proyecto

El camino tendrá las siguientes especificaciones:

Sección tipo: A4

Ancho de Corona: 25.00 m

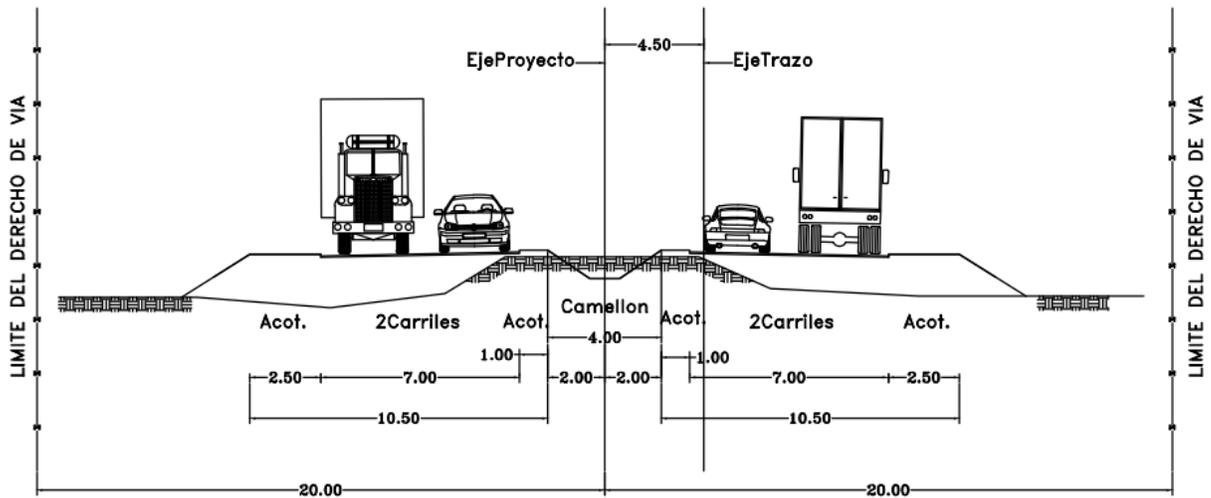
Ancho de Calzada: 7.00 m x 2

Acotamientos: 2.5 m

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO I ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL**

**SECCION TIPO**



El proyecto consiste, en modernizar el camino existente, mediante la ampliación y pavimentación, modificando los alineamientos tanto vertical como horizontal, de manera que cumpla con las especificaciones geométricas de la propia Secretaria de Comunicaciones y Transportes, para un camino Tipo “A4”, ancho de corona de 25 metros, ancho de calzada de 7.00 m x 2, acotamiento interno de 1.00 metro y acotamientos externos de 2.5 metros. Para ello, es necesario realizar en distintos puntos, la ampliación de la sección para cumplir con un ancho de 25.00 metros, mas sus ampliaciones en curva, corte y/o terraplenes para cumplir con las pendientes, rectificaciones de trazo para cumplir con los grados de curvatura, construcción de alcantarillas, etc; gran parte del proyecto se desarrollará dentro del ancho del derecho de vía del camino actual tipificado por el artículo 2 fracción III de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; “ Derecho de vía; Franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para uso adecuado de una vía general de comunicación, cuya anchura y dimensiones fija la Secretaria, la cual no podrá ser inferior a 20 metros a cada lado del eje del camino. El artículo 3 de la misma ley; son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.

El camino actual tiene un ancho de corona de 8.00 metros en tangente. Los cortes y terraplenes se construirán de acuerdo a los datos de construcción del proyecto geométrico. Cuando la sección de construcción se apoye en forma total o parcial fuera del camino actual, se procederá a efectuar el despalme correspondiente en el espesor requerido de acuerdo al estrato existente de material con materia orgánica, compactando la superficie descubierta al 90 % del peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) AASHTO estándar en un espesor de 20 centímetros.

Para dar el ancho de corona necesario de acuerdo al proyecto geométrico, en los casos que se requiera ampliar la sección transversal se procederá a la construcción de un escalón de liga, mismo

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO I ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL**

que deberá construir de acuerdo a lo indicado en la sección de construcción correspondiente, recomendándose que se realice por capas no mayores a 30 centímetros compactados al 90% de su MVSM AASHTO estándar.

Con el objeto de alojar las terracerías y cuerpo del pavimento para la ampliación y modernización de la carretera en estudio, se recomienda despalmar y abrir caja hasta encontrar el terreno firme. Retirar la totalidad del material arcilloso (capa vegetal) hasta llegar al terreno natural mismo que será compactado al 90 % de su MVSM, obtenida en la prueba AASHTO estándar. Después de esto se procederá a la construcción del cuerpo del terraplén, cuerpo que deberá construirse hasta alcanzar el nivel que indiquen las curvas respectivas y que permitan alojar las capas de subyacente, subrasante y el cuerpo de pavimentos obtenidos en el presente proyecto. Este procedimiento constructivo se dará más detalladamente en el capítulo II de este presente trabajo.

La comunicación de las localidades que se encuentran en las inmediaciones de la carretera Tequisquiapan – Ezequiel Montes, será de vital importancia para el transporte de sus productos agrícolas. De tal manera, la ampliación y la modernización de este tramo carretero será prioritaria para el desarrollo y avance en materia económica para todo el municipio de Tequisquiapan y Ezequiel Montes, y por supuesto comunicar a las comunidades más importantes del mismo.

El objetivo principal en ampliar y modernizar la red carretera del estado, con el especial impulso al mejoramiento de las condiciones de infraestructura carretera en la región. Mejorar la comunicación entre las localidades de estos municipios con el resto del Estado, permitiendo una accesibilidad adecuada todo el año, reducir los costos de transporte de bienes e insumos utilizados en las actividades productivas, a fin de lograr el mejor aprovechamiento de la región, así como también el tránsito no productivo.

**Localización.**

El presente tramo se localiza en los municipios de Tequisquiapan y Ezequiel Montes en el Estado de Querétaro, subtramo que comprende una longitud aproximada de 13.0 km

**Ubicación Geográfica**

En este subcapítulo se presentan los datos geográficos, geológicos, pluvial entre otros de los municipios de, Tequisquiapan y Ezequiel Montes donde se localiza principalmente el tramo de la ampliación.

El centro de gravedad de la construcción esta principalmente en los municipios de Tequisquiapan y Ezequiel Montes los cuales se localizan en la porción sur oeste de la entidad y colindan al norte con los municipios de Cadereyta de M. y Toliman; al este con los municipios de Cadereyta y el estado de Hidalgo; al sur con el estado de México y el municipio de San Juan del Rio y al oeste con los municipios de Colon y Pedro Escobedo, se encuentra a una distancia de 66 kilómetros de la capital Queretana. Está ubicado a los 20° 35´ de latitud norte y 99° 55´ de longitud oeste. Su altura promedio es de 1,875 metros sobre el nivel del mar y las cabeceras a 1,880 y 1,870 metros sobre el nivel del mar de Tequisquiapan y Ezequiel Montes respectivamente.

**Hidrografía, Orografía y Clima**

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO I ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL**

En los Municipios de Tequisquiapan y Ezequiel Montes cuenta con un tipo de clima: semiseco templado, donde se ubica el tramo de la ampliación. La temperatura media anual es de 18,6° C. Los meses más calurosos son abril, mayo, junio y Julio alcanzando temperaturas máximas de 22.4° C, en tanto que los más fríos son los meses de diciembre, enero y febrero, en los que se registran temperaturas mínimas de 15.1° C.

Los meses de lluvia, son julio, agosto y septiembre; la precipitación pluvial anual promedio es de 478.05 milímetros.

La hidrografía del municipio está representada principalmente por la región Pánuco donde se encuentran la cuenca R. Moctezuma y R. Tamuín, los cuerpos de agua, P. La llave y P. Centenario.

También corren por el territorio municipal, 3 corrientes de agua, y que sólo tienen agua en el periodo de lluvia.

**Topografía**

La topografía de Tequisquiapan, es propia de terreno plano ligeramente ondulado, con suelos de tipo feozen a vertizol, de textura media y fina respectivamente, compuesta por arena y arcilla. Y sedimentos terciarios los cuales se encuentran intercalados con reolitos y basaltos, formando capas de suelo que determinan la existencia de mantos acuíferos de agua termal.

El tipo de suelo que predomina en Ezequiel Montes, está compuesto por combinaciones de arcilla, limo y arenas, con mezcla en menos proporción de calizas; formando texturas delgadas que dan origen a los suelos arcillosos, arcillo-arenosos, arcillo limo-arenosos y calcáreos. La formación de los suelos es de origen residual en la sierra y de tipo aluviales y coluviales en las llanuras.

**GEOLOGÍA**

Son tres las Provincias fisiográficas que conforman el estado de Querétaro: Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico.

**Provincia Eje Neovolcánico**

Abarca gran porción del centro y sur de Querétaro, la morfología del paisaje está representada por diversos tipos de estructuras volcánicas, como son conos cineríticos, volcanes compuestos, flujos piroclásticos y extensos derrames lávicos de basalto con formas de mesetas y planicies.

Geología Estructural. El conjunto de estructuras volcánicas características del paisaje de Querétaro se conformó sobre un paleorrelieve constituido por las rocas sedimentarias del Mesozoico, plegadas, correlativas con las que afloran en la Sierra Madre Oriental.

La evolución de los fenómenos volcánicos propició el cierre de algunas cuencas que fueron azolvadas con aportes volcanoclásticos, los cuales litológicamente tienen características de rocas volcánicas depositadas en un medio lacustre y por lo tanto aparecen estratificadas.

Las fases neotectónicas distensivas, asociadas con fenómenos volcánicos recientes, han contribuido a la formación de los rasgos del relieve de esta entidad, pues el fallamiento normal y el fracturamiento son los principales controles de sus incipientes patrones de drenaje.

Existen varios sistemas de fallas y fracturas pero sólo aparecen representadas las que tienen orientación noroeste-sureste. Al parecer, estos patrones están relacionados con las zonas donde hay manifestaciones hidrotermales, como Tequisquiapan.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO I ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL**

Geología Económica. Se extraen minerales metálicos y no metálicos, también se explotan rocas volcánicas como el basalto, que son utilizadas en la obtención de materiales para la construcción.

**Provincia Sierra Madre Oriental**

Dentro de esta provincia queda comprendido más de 47% del territorio queretano. Está constituida principalmente por rocas sedimentarias en su mayoría marinas; las más antiguas de ellas datan del Jurásico y afloran en diversas localidades como Bucareli, El Chilar y al oeste de Peñamiller. Sobre estas se encuentra una secuencia de rocas del Cretácico, constituidas por calizas y alternancia de calizas y lutitas, que marcan en toda la provincia un dominio espectacular de estructuras que forman anticlinorios y sinclinorios, los cuales, al recibir un empuje mayor de lo que soporta la deformación plástica de estas rocas, han sufrido rupturas regionales (cabalgaduras) en las que las del Cretácico Inferior han quedado sobrepuestas a las del Cretácico Superior, como aquella cuya traza pasa por la localidad de El Doctor.

Geología Estructural. Los rasgos estructurales que se observan en esta provincia indican varios tipos de deformación de la secuencia rocosa que la conforman. Algunos de estos rasgos corresponden a una fase neotectónica y se manifiestan como rupturas en el relieve y fuertes cambios de pendientes transversales a las estructuras.

Es posible que la invasión de rocas intrusivas se haya dado en forma casi simultánea con la fase orogénica que plegó la secuencia del Mesozoico, propiciando a su vez mayor deformación local en la zona de intrusión, y al mismo tiempo la inyección de fluidos mineralizantes en las rocas altamente fracturadas.

Es así como se explica la existencia de los distritos mineros de esta provincia, asociados a rocas intrusivas, como Maconí y Peñamiller.

Geología Económica La mayoría de los distritos mineros de la entidad se encuentra en esta región explotando plata, plomo, zinc, una mínima cantidad de oro y cobre. En el distrito minero de San Joaquín se encuentran ubicados los yacimientos de mercurio más importantes de la República.

Otro aspecto importante es la explotación de minerales no metálicos, destacando la extracción de roca caliza, la explotación del mármol, la de bentonita y la de conglomerados para la obtención de grava y arena.

**Provincia Mesa del Centro**

Esta provincia abarca sólo una pequeña zona de la parte centro-occidente de Querétaro. Está constituida por dominio de rocas ígneas extrusivas de tipo ácido, como riolitas y tobas riolíticas, que están intercaladas en la mayor parte del área que cubre esta provincia en la entidad.

Hay además afloramientos de rocas basálticas superpuestas a las rocas ácidas, así como de rocas sedimentarias de ambiente continental, conglomerados que son producto de la denudación del antiguo paisaje volcánico y marino, representado por calizas del Cretácico Inferior.

La morfología del paisaje de esta porción queretana está caracterizada por una serie de extensas mesetas piroclásticas y domos riolíticos, que rara vez se encuentran cubiertos por derrames de basaltos.

Geología Estructural. Los rasgos estructurales de esta provincia tienen un origen relacionado con los fenómenos volcánicos, los cuales forman estructuras dómicas de laderas inclinadas sobre los

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO I ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL**

puntos de erupción, debido a la alta viscosidad de las lavas de tipo ácido (silíceas), así como depósitos piroclásticos que caracterizan la morfología dominante del relieve.

Este dominio de rocas ígneas extrusivas ácidas acusa el efecto de una fase tectónica distensiva que ha producido fallamiento intenso.

Geología Económica Los yacimientos mineros de esta porción de la provincia, son de minerales no metálicos, como el ópalo, también se realizan intermitentemente extracciones de caolín a cielo abierto.

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO I ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL



Sismicidad

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO I ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL**



## CAPITULO II.- ESTUDIOS PREVIOS

Objetivo.- Definir la información que se requiere para la elaboración del proyecto geométrico.

Los estudios previos para el proyecto geométrico y de terracerías para la modernización de la carretera en estudio son: estudios topográficos, estudios de drenaje, estudios geotécnicos de terracerías y pavimentos del camino actual, estudios de bancos de materiales para terracerías y pavimentos. También contiene tres diseños de pavimentos y la elección de uno de ellos. Contiene un procedimiento constructivo de la sección de construcción tanto en terraplén como en corte o la conjugación de ellos. Cabe mencionar que este capítulo solo trata de recopilar la información generada por cada uno de los departamentos o áreas de estudios involucradas, con la finalidad de utilizar estos datos para la realización del proyecto geométrico. Por tal motivo solo daremos un informe de cada uno de estos estudios y no ahondaremos mucho en el tema. Lo que nos importa de estos estudios pensando como proyectista geométrico es el resultado de estos y la interpretación de estos.

### II.1) Estudio Topográfico Definitivo.

#### II.1.a) Registro de Trazo.

#### TRAZO DE LAS LINEAS DEFINITIVAS

Una vez finalizado el proyecto en gabinete, se procede a realizar el trazo definitivo, el cual está basado en el trazo preliminar. Esta vez por tratarse del trazo definitivo, en gabinete se dibujará la línea que representa el alineamiento en color rojo. El alineamiento horizontal definitivo está compuesto por: tangentes, curvas circulares y/o por curvas de transición.

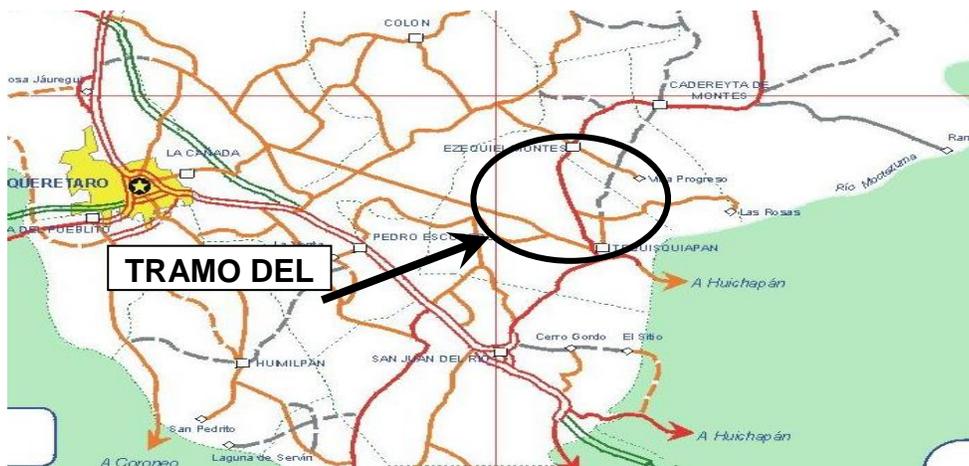


Figura II.1.- Croquis de localización

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS

El trazado consiste en el estacamiento de los puntos principales del alineamiento horizontal (PST, PI, PC, PT, TE, EC, CE y ET) y puntos a cada 20 m. e intermedios que se requieran por topografía.

Los datos de trazo del eje de proyecto se reportaron en registros de trazo definitivo (Figura II.2 y II.3), donde se registraron, con nombre y cadenamamiento al cm, todos los detalles que se encuentren a lo largo y ancho del eje en estudio, tales como vías de comunicación existentes (caminos, carreteras pavimentadas, fibra óptica) registrando su esviaje e igualdades de cadenamamiento, líneas de energía eléctrica con esviaje y altura de conductores sobre el terreno, ductos gasoductos con su diámetro, profundidad y tipo de fluido que conducen, canales, cercas, etc. Los registros contienen las coordenadas (X, Y, Z) (Figura II.3).

Con respecto al régimen de tenencia de la tierra (ejidal, comunal, propiedad privada con el nombre del propietario, etc.), por tratarse de una ampliación del camino existente no hubo tal información ya que el proyecto se encuentra dentro del derecho de vía.

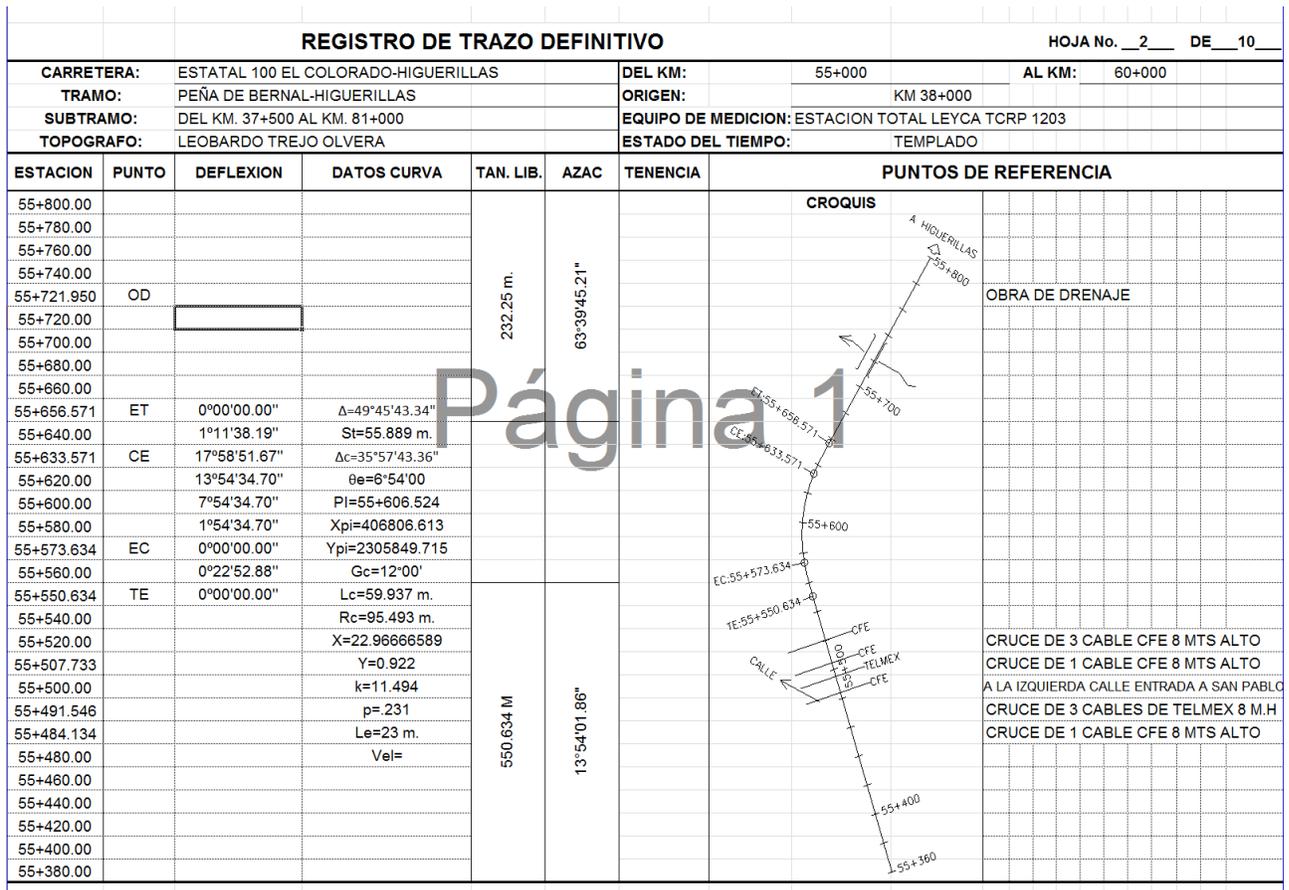


Figura II.2.-Registro de Trazo Definitivo

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

ESTACION		deflexión	CUERDA INVERSA	DATOS DE CURVA	Azimuth	COORDENADAS	
KM	TIPO					X	Y
65	31+000.000	ENTRONQUE EL CIERVO Y			290° 6' 11.72"	2032346.8340	230136.8820
66		3 CABLES ELECTRICOS CFE 7 M. ALTO					
67	31+020.000				290° 6' 11.72"	2032328.0525	230143.7563
68	31+040.000				290° 6' 11.72"	2032309.2710	230150.6305
69	31+060.000				290° 6' 11.72"	2032290.4895	230157.5048
70	31+080.000				290° 6' 11.72"	2032271.7080	230164.3791
71	31+088.247	PC	0° 00' 00"	Dc=26° 26' 34.46" Der	290° 6' 11.72"	2032263.9632	230167.2138
72	31+100.000		0° 34' 30.46"	ST=137.5398		2032252.9678	230171.3638
73		ENTRADA A HOTEL PARAISO					
74		1 CABLE DE RETENIDA POSTE CFE					
75	31+120.000		1° 33' 13.84"	PI=31+225.787		2032234.4555	230178.9307
76		ENTRADA RESIDENCIAL CAMPESTRE					
77	31+140.000		2° 31' 57.21"	Gc=1° 57' 26.78"		2032216.2125	230187.1255
78	31+160.000		3° 30' 40.59"	Lc=270.1786		2032198.2601	230195.9386
79	31+170.000	3 CABLES ELECTRICOS CFE 7 M. ALTO					
80	31+180.000		4° 29' 23.97"	Rc=585.4180		2032180.6192	230205.3598
81	31+200.000		5° 28' 7.34"			2032163.3103	230215.3780
82	31+220.000		6° 26' 50.72"			2032146.3538	230225.9816
83	31+240.000		7° 25' 34.10"			2032129.7693	230237.1582
84	31+260.000		8° 24' 17.47"			2032113.5763	230248.8948
85	LC 31+264.950	OBRA DE DRENAJE TIPO ARCO 1.30X3.30					
86	31+280.000		9° 23' 0.85"			2032097.7936	230261.1776

Figura II.3.-Registro de trazo definitivo

## TANGENTES

Son las proyecciones horizontales de las rectas que unen las curvas de un camino. Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se denomina como PI, y al ángulo de deflexión formado entre estas se representa como  $\Delta$ .

Las recomendaciones generales que se deben tomar en cuenta, para la determinación de las tangentes son:

- 1.- El ángulo de deflexión entre dos tangentes sucesivas, debe ser del menor valor posible.
- 2.- La longitud mínima de tangente entre dos curvas consecutivas está definida por la longitud necesaria para dar la sobre elevación y ampliación a esas curvas.

El trazo en campo de estas líneas se realiza de la misma forma como en el trazo preliminar antes mencionado, utilizando a su vez el mismo formato de campo para realizar las anotaciones correspondientes.

### **TRAZO DE CURVAS HORIZONTALES**

Las curvas son arcos de círculo que forman la proyección horizontal que unen dos tangentes; las curvas que se utilizan en proyectos de caminos son las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco o de dos o más sucesivos de diferente radio.

- A) Curvas circulares simples: Se denomina así a una curva cuando dos tangentes están unidas entre sí por un solo arco; y dependiendo del sentido del cadenamamiento, las curvas simples pueden ser hacia la derecha o hacia la izquierda.

A continuación se mencionan los elementos que forman una curva simple:

1. Grado de curvatura: Es el ángulo comprendido en un arco y se denomina con la letra  $G_c$ .

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

Cabe mencionar que para que una curva sea segura se recomienda calcular el grado máximo de curvatura ( $G_{c_{max}}$ ), el cual se deriva de la velocidad de proyecto para el camino en estudio.

$$G_{c_{max}} = \frac{1145.92}{R_{c_{min}}} \qquad R_{c_{min}} = 0.0282V_p^2$$

El  $G_c$  a emplear será determinado por un porcentaje del 40% del  $G_{c_{max}}$  sin embargo, el  $G_c$  definitivo de la curva será el seleccionado por el proyectista teniendo como directriz de selección su criterio y experiencia.

$$G_c = 0.40G_{c_{max}}$$

2. Radio de la curva: Es el radio del arco de círculo representado en una curva; se denomina con la letra  $R_c$ .

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

3. Angulo central: Es al ángulo comprendido entre el principio y el final de la curva y es igual al valor de la deflexión que forman las tangentes de esta curva. Se representa con la letra  $\Delta_c$ .
4. Longitud de la curva: Es la longitud comprendida entre el principio (PC) y el final (PT) de la curva y se representa como  $L_c$ .

$$L_c = 20 \frac{\Delta}{G_c}$$

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

5. Subtangente: Es la distancia comprendida entre el PI y el PC o entre el PI y el PT; se representa como ST.

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

6. Kilometraje del principio de curva:  $KmPC = KmPI - ST$

7. Kilometraje del principio de tangente:  $KmPT = KmPC + Lc$

8. Deflexión por metro: es el ángulo de deflexión correspondiente a una cuerda de 1 metro y se expresa por la letra D'm (Valor expresado en minutos).

$$D'm = 1.5Gc$$

Una vez calculados todos los elementos antes mencionados, se procede a elaborar la tabla de construcción, la cual tiene el siguiente formato.

	ESTACION	Lc	DEFLEXION PARCIAL	DEFLEXION TOTAL

Tabla II.0.-Tabla de Construcción

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS



Figura II.4.- Vista del trazo

A continuación se muestra el diagrama que ilustra la composición de una curva circular simple:

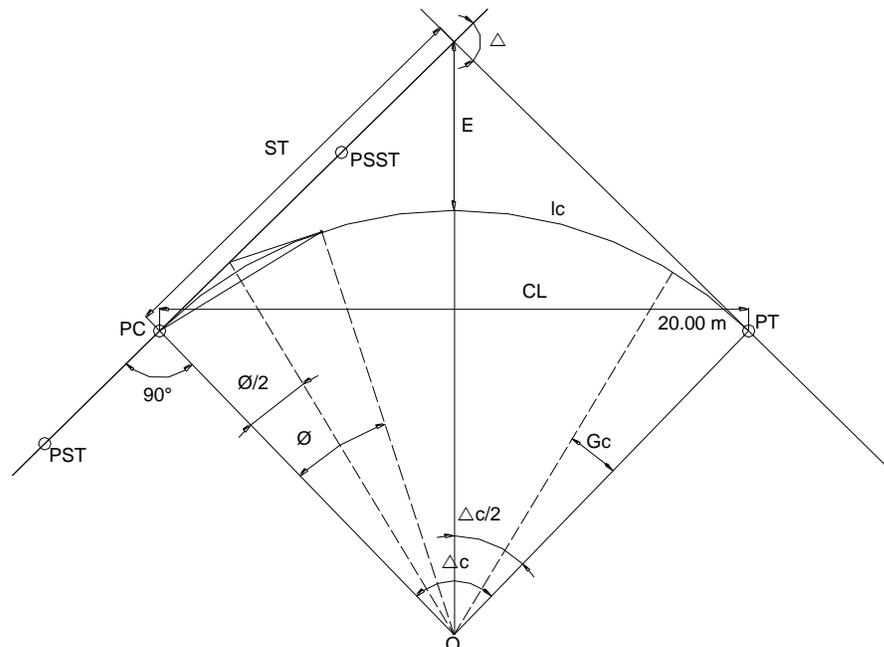


Figura II.5

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

PI	Punto de intersección de las tangentes
PC	Punto donde comienza la curva circular simple
PT	Punto donde termina la curva circular simple
PST	Punto sobre tangente
PSST	Punto sobre subtangente
O	Centro de la curva circular
$\Delta$	Angulo de deflexión de las tangentes
$\Delta_c$	Angulo central de la curva circular
Rc	Radio de la curva circular
ST	Subtangente
E	Externa
Lc	Longitud de la curva circular

## ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR

### EJEMPLO DE CÁLCULO DE UNA CURVA CIRCULAR SIMPLE

Curva ubicada entre los kilómetros 31+000 y 32+000 de la carretera San Juan del Rio - Xilitla dentro del municipio de Ezequiel Montes en el estado de Querétaro, México

DATOS:

PI = 31+225.787  
 Vp = 90 km/h  
 Tipo de camino = A4  
 $\Delta = 26^\circ 26' 34.46''$  Der.

CALCULO DE LA CURVA:

1. Grado de curvatura

$$Rc_{\min} = 0.0282Vp^2$$

$$Rc_{\min} = 0.0282(90)^2 = 228.42m.$$

$$Gc_{\max} = \frac{1145.92}{Rc_{\min}}$$

$$Gc_{\max} = \frac{1145.92}{228.42} = 5.0167$$

$$Gc_{\max} = 5^\circ 1' 0.2''$$

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

$$G_c = 0.40G_{c_{\max}}$$

$$G_c = 0.40(5.0167) = 2.0066$$

$$G_c = 2^{\circ}00'24''$$

En este caso nosotros utilizaremos un  $G_c = 1^{\circ} 57' 26.78''$  por ser este el grado empleado en el proyecto de la carretera, recordando que el proyectista es el que decide y determina que grado de curva se utilizará para el cálculo de las curvas circulares simples.

2. Radio de la curva

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

$$R_c = \frac{1145.92}{1^{\circ}57'26.78''}$$

$$R_c = 585.418 \text{ m.}$$

3. Subtangente

$$ST = R_c \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$ST = 585.418 \tan \frac{26^{\circ}26'34.46''}{2}$$

$$ST = 137.5398 \text{ m.}$$

4. Longitud de la curva

$$L_c = 20 \frac{\Delta}{G_c}$$

$$L_c = 20 \frac{26^{\circ}26'34.46''}{1^{\circ}57'26.78''}$$

$$L_c = 270.178 \text{ m.}$$

5. Kilometraje del principio de curva y Kilometraje del principio de tangente

$$KmPC = KmPI - ST$$

$$KmPC = 31+225.787 - 137.5398$$

$$KmPC = 31+088.247$$

$$KmPT = KmPC + L_c$$

$$KmPT = 31+088.247 + 270.178$$

$$KmPT = 31+358.426$$

Una vez obtenidos los elementos más importantes de la curva circular simple se procede a realizar una tabla de construcción para poder trazar la curva en el campo.

A continuación se ilustra la tabla de construcción de la curva circular simple calculada anteriormente

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS

CALCULO DE CURVA CIRCULAR				CURVA No		311	
OBRA : TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES							
CAMINO TIPO=	A4						
VP =	90 Km/Hr.						
Δχ =	26 ° 26' 34.46 " DER						
Gc =	1 ° 57' 26.78 "						
Rc=	1145.92/Gc=			585.416 m			
St=	Rc Tan Dc/2			137.539 m			
Lc=	20 Dc/Gc=			270.179 m			
E=	Rc SecD/2-1			15.940 m			
CL=	2Rc Sen D/2			267.787 m			
Dm=	(1/2Dc)/Lc			0.04893597			
PI=	31+225.787			ESTACION	Lc	DEFLEXION TOTAL	
ST=	137.539 m			PC=	31+088.248	0.000	0 ° 00' 00.00 "
PC=	31+088.248				31+100.000	11.752	0 ° 34' 30.40 "
Lc=	270.179 m				31+120.000	20.000	1 ° 33' 13.79 "
					31+140.000	20.000	2 ° 31' 57.18 "
PT=	31+358.426				31+160.000	20.000	3 ° 30' 40.57 "
					31+180.000	20.000	4 ° 29' 23.96 "
					31+200.000	20.000	5 ° 28' 07.35 "
					31+220.000	20.000	6 ° 26' 50.74 "
					31+240.000	20.000	7 ° 25' 34.13 "
					31+260.000	20.000	8 ° 24' 17.52 "
					31+280.000	20.000	9 ° 23' 00.91 "
					31+300.000	20.000	10 ° 21' 44.30 "
					31+320.000	20.000	11 ° 20' 27.69 "
					31+340.000	20.000	12 ° 19' 11.08 "
				PT=	31+358.426	18.426	13 ° 13' 17.23 "

Tabla II.1.-Cálculo de Curva Circular

Donde Deflexión por metro:  $D'm = 1.5Gc$  y  $Gc$  se expresa en minutos, por lo tanto tenemos que:

$$D'm = 1.5 \left( \frac{1^\circ 57' 26.78''}{60} \right) \quad D'm = 00^\circ 02' 56.17''$$

Una vez obtenida la Deflexión por metro se procede a calcular la Deflexión Parcial, la cual resulta de multiplicar la deflexión por metro ( $D'm$ ) por la longitud de la cuerda o distancia entre estaciones ( $Lc$ ) en cada cadenamamiento.

$$\text{Deflexión Parcial} = D'm * Lc \quad \text{Deflexión Parcial} = 00^\circ 02' 56.17'' * 11.752 \text{ m.}$$

$$\text{Deflexión Parcial} = 00^\circ 34' 30.35''$$

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

A su vez, para obtener la Deflexión Total basta con realizar la suma progresiva de cada una de las deflexiones parciales dando por resultado la mitad del valor de la deflexión entre las tangentes que componen la curva.

Suma Deflexiones Totales =  $13^{\circ}13'17''23$

$$13^{\circ}13'17''23 * 2 = \Delta$$

$$13^{\circ}13'17''23 * 2 = 26^{\circ}26'34''46$$

- B) Curvas circulares compuestas: Están formadas por dos o más curvas circulares simples, ya sea en el mismo sentido y de diferente radio, o de diferente sentido y cualquier radio. En el caso de que sean del mismo sentido, se llaman curvas compuestas directas y cuando son de sentido contrario se les llama curvas compuestas inversas.

Como recomendación deben evitarse este tipo de curvas, ya que involucran cambios de curvatura que resultan peligrosos; sin embargo pueden ser utilizadas en intersecciones con la condición de que la relación entre los radios de las curvas no sobrepase de 2.00 y resuelva adecuadamente la transición y la sobreelevación de las curvas.

## CURVAS DE TRANSICION

*“Cuando un vehículo pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación y a la ampliación necesarias. Para lograr este cambio gradual se usan las curvas de transición.*

*Se define como curva de transición a la liga entre una tangente y una curva circular, teniendo como principal característica que en su longitud se realiza de manera gradual y continua un cambio en el valor del radio de curvatura.*

*Curva circular simple con espirales de transición: Está compuesta de una espiral de entrada, una curva circular simple y una espiral de salida. Cuando las espirales de entrada y salida tienen la misma longitud, la curva se denomina simétrica, de no ser así se dice que es asimétrica.” Manual de Proyecto Geométrico de carreteras, S.C.T., (1976)*

A continuación se muestran las partes que componen una curva circular simple con espirales de transición:

1. Grado de curvatura de la curva circular: Es el ángulo comprendido en un arco en la curva circular y se denomina con la letra  $G_c$ .

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

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

Donde  $R_c$  es el radio de la curva circular.

Cabe mencionar que para que una curva sea segura se recomienda calcular el grado máximo de curvatura ( $G_{c_{max}}$ ), el cual se deriva de la velocidad de proyecto para el camino en estudio.

$$G_{c_{max}} = \frac{1145.92}{R_{c_{min}}} \qquad R_{c_{min}} = 0.0282Vp^2$$

El  $G_c$  a emplear será determinado por un porcentaje del 40% del  $G_{c_{max}}$  sin embargo, el  $G_c$  definitivo de la curva será el seleccionado por el proyectista teniendo como directriz de selección su criterio y experiencia.

$$G_c = 0.40G_{c_{max}}$$

2. Longitud de la espiral: Es la distancia medida sobre la curva comprendida entre el TE y el EC o entre el CE y el ET; y se representa por la letra  $L_e$ . Este valor puede ser obtenido de las tablas de Ampliaciones, Sobreelevaciones y Transiciones de las Normas de Servicios Técnicos de la SCT.
3. Deflexión de la curva: Angulo comprendido entre las tangentes que forman la curva. Se representa con la letra  $\Delta T$ .
4. Deflexión de la espiral: Angulo comprendido entre las tangentes a la espiral y las tangentes del camino. Se representa como  $\theta_e$ .

$$\theta_e = \left( \frac{L_e}{40} \right) G_c$$

5. Coordenadas del EC de la curva:

$$X_c = \frac{L_e}{100} \left[ 100 - 0.003046(\theta_e)^2 \right]$$

$$Y_c = \frac{L_e}{100} \left[ 0.5817\theta_e - 0.00001266(\theta_e)^3 \right]$$

6. Coordenadas del PC de la curva circular:

$$p = Y_c - R_c(1 - \cos \theta_e)$$

$$k = X_c - R_c(\text{sen} \theta_e)$$

7. Subtangente: Es la longitud comprendida entre el TE y el PI y se representa con la letra  $ST_e$ .

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

$$STe = \left[ (Rc + p) \tan\left(\frac{\Delta T}{2}\right) + k \right]$$

8. Angulo de la curva circular: Angulo comprendido entre el EC y el CE; se representa como  $\Delta c$ .

$$\Delta c = \Delta T - 2\theta e$$

9. Longitud de la curva circular: Es la distancia medida sobre el arco de curva circular simple comprendida entre el EC y el CE; se representa como  $Lc$ .

$$Lc = \frac{20\Delta c}{Gc}$$

10. Kilometraje del punto tangente-espiral ( Km TE):  $PI - Ste$

11. Kilometraje del punto espiral-curva (Km EC):  $TE + Le$

12. Kilometraje del punto curva-espiral (Km CE):  $EC + Lc$

13. Kilometraje del punto espiral-tangente (Km ET):  $CE + Le$

También para este tipo de curvas existen tablas de construcción, las cuales mostraremos a continuación:

ESTACION	CUERDA	L	L <sup>2</sup>	Θ	Θc

Tabla II.2

Donde:

$$\theta = \left( \frac{\theta e}{Le^2} \right) L^2$$

$$\theta c = \frac{\theta}{3}$$

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS

ESTACION	CUERDA	DEFLEXION PARCIAL	DEFLEXION TOTAL

Tabla II.3

Donde Deflexión por metro =  $D'm = 1.5Gc$ .

Deflexión Parcial = Resulta de multiplicar la deflexión por metro ( $D'm$ ) por la longitud de la cuerda o distancia entre estaciones ( $Lc$ ) en cada cadenamamiento.

Deflexión Total = Es la suma progresiva de cada una de las deflexiones parciales dando por resultado la mitad del valor del ángulo de la curva circular.

El método de trazo para este tipo de curvas es igual al mencionado en los trazos preliminares para curvas circulares simples.

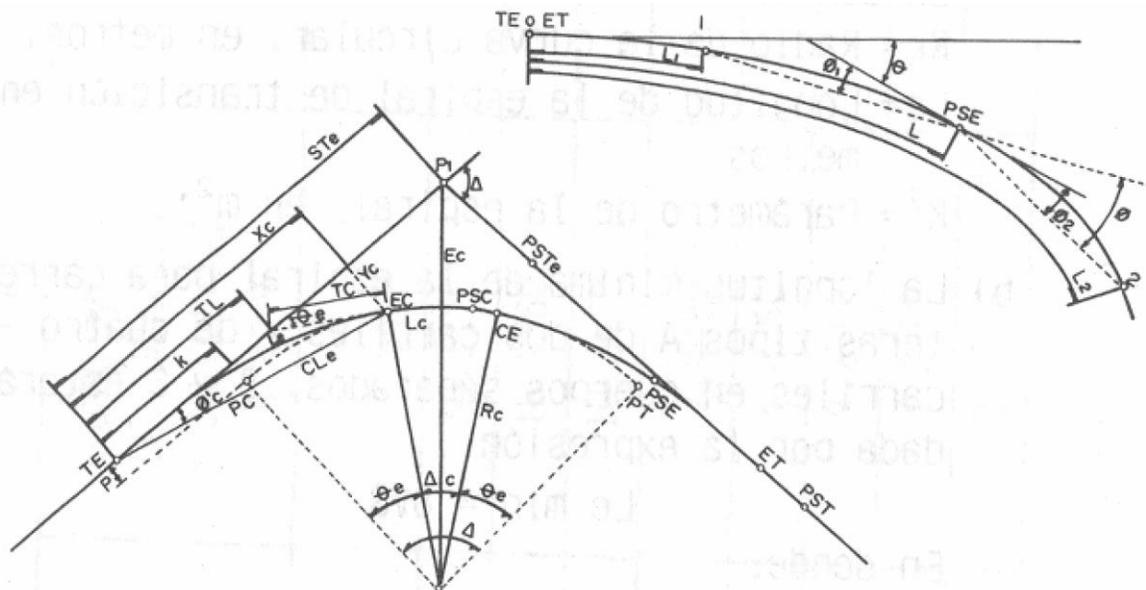


Figura II.6.-Elementos de la curva circular con espirales.

PI	Punto de intersección de las tangentes
TE	Punto donde termina la tangente y empieza la espiral
EC	Punto donde termina la espiral y empieza la curva circular

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

CE	Punto donde termina la curva circular y empieza la espiral
ET	Punto donde termina la espiral y empieza la tangente
PSC	Punto cualquiera sobre la curva circular
PSE	Punto cualquiera sobre la espiral
PST	Punto cualquiera sobre las tangentes
PSTe	Punto cualquiera sobre las subtangentes
$\Delta$	Angulo de deflexión de las tangentes
$\Delta_c$	Angulo central de la curva circular
$\theta_e$	Deflexión de la espiral en el EC o CE
$\theta$	Deflexión de la espiral en un PSE
$\emptyset'c$	Angulo de la cuerda larga
$\emptyset_1$	Angulo entre la tangente entre un PSE y una cuerda atrás
$\emptyset_2$	Angulo entre la tangente a un PSE y una cuerda adelante
$\emptyset$	Angulo entre dos cuerdas de la espiral
Xc	
Yk	Coordenadas del EC o del CE
K	
P	Coordenadas del PC o del PT (Desplazamiento)
Ste	Subtangente
TL	Tangente larga
TC	Tangente corta
Cle	Cuerda larga de la espiral
Ec	Externa
Rc	Radio de la curva circular
L	Longitud de la espiral a un PSE
Le	Longitud de la espiral al EC o CE
Lc	Longitud de la curva circular
LT	Longitud total de la curva circular con espirales
$\Delta_c =$	$\Delta - 2\theta_e$
$\theta_e =$	$GcLe / 40$
$\theta =$	$(L / Le)^2 \theta_e$
$\emptyset_c =$	$\theta_e / 3$
$\emptyset_1 =$	$(L - L_1) (2L + L_1) \theta_e / (3Le^2)$

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

$\emptyset_2 =$	$(L_2 - L) (2L + L_2) \theta e / (3Le^2)$
$\emptyset =$	$(L_2 - L_1) (L + L_1 + L_2) \theta e / (3Le^2)$
$Xc =$	$(Le / 100) (100 - 0.00305 \theta e^2)$
$Yc =$	$(Le / 100) (0.582 \theta e - 0.0000126 \theta e^3)$
$K =$	$Xc - Rc \text{ sen } \theta e$
$p =$	$Yc - Rc \text{ sen ver } \theta e$
$STe =$	$k + (Rc + p) \text{ tang } (\Delta / 2)$
$TL =$	$Xc - Yc \text{ cont } \theta e$
$TC =$	$Yc \text{ csc } \theta e$
$CLe =$	$(Xct + Yc)^{1/2}$
$Ec =$	$(Rc + p) \text{ sec. } (\Delta / 2) - Rc$
$Rc =$	$1145.92 / Gc$
$Le =$	$8VS \text{ (mínima)}$
$Lc =$	$20 \Delta c / Gc$
$LT =$	$Le + 20 \Delta / Gc$

En nuestro caso, el tramo en estudio no tiene curvas horizontales circulares con espirares de transición; pero a continuación realizaremos un ejemplo del cálculo de este tipo de curvas.

DATOS:

$PI = 132+728.400$   
 $Vp = 50 \text{ km/h}$   
 Tipo de camino = A2  
 $\Delta = 64^\circ 40' 00''$

CALCULO DE LA CURVA:

1. Grado de curvatura de la curva circular

$$Rc_{\min} = 0.0282Vp^2$$

$$Rc_{\min} = 0.0282(50)^2 = 70.50m.$$

$$Gc_{\max} = \frac{1145.92}{Rc_{\min}}$$

$$Gc_{\max} = \frac{1145.92}{70.50} = 16.2542$$

$$Gc_{\max} = 16^\circ 15' 15''$$

$$Gc = 0.40Gc_{\max}$$

$$Gc = 0.40(16.2542) = 6.5017$$

$$Gc = 06^\circ 30' 06''$$

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

En este caso nosotros utilizaremos un  $G_c$  de  $07^{\circ}00'00''$ , recordando que el proyectista es el que decide y determina que grado de curva se utilizará para el cálculo de las curvas circulares simples.

2. Radio de la curva

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

$$R_c = 163.70m.$$

$$R_c = \frac{1145.92}{07^{\circ}00'00''}$$

3. Con los datos de Grado de curvatura (  $G_c$  ) y la Velocidad de proyecto (  $V_p$  ) podemos ingresar a las tablas de Ampliaciones, Sobreelevaciones y Transiciones para Carreteras de las Normas de Servicios Técnicos de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes para obtener los valores de la Longitud de la Espiral (  $L_e$  ), Sobreelevación (  $Sc$  ) y Ampliación de la Curva (  $AC$  ); teniendo así los siguientes valores:

$$L_e = 28.00m.$$

$$Sc = 7.0\%$$

$$AC = 0.60m.$$

A continuación mostraremos la tabla de las Normas de servicios Técnicos que utilizamos para la elaboración de este ejemplo:

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

**MPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPO B Y A (A2)**

Velocidad		50			60			70			80			90			100			110			
Gc	Rc	AC	Sc	Le	AC	Sc	Le	AC	Sc	Le	AC	Sc	Le	AC	Sc	Le	AC	Sc	Le	AC	Sc	Le	
0	15	4583.68	0	2.0	28	0	2.0	34	0	2.0	39	0	2.0	45	0	2.0	50	0	2.0	56	0	2.0	62
0	30	2291.84	0	2.0	28	0	2.0	34	20	2.0	39	20	2.0	45	20	2.0	50	20	2.3	56	20	2.7	62
0	45	1527.89	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.0	39	20	2.3	45	30	2.8	50	30	3.4	56	30	4.0	62
1	0	1145.92	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.5	39	30	3.0	45	30	3.6	50	30	4.5	56	30	5.2	62
1	15	916.74	20	2.0	28	20	2.3	34	30	3.0	39	30	3.7	45	40	4.5	50	40	5.5	56	40	6.3	62
1	30	763.95	20	2.0	28	30	2.8	34	30	3.5	39	30	4.4	45	40	5.3	50	40	6.4	56	40	7.3	64
1	45	654.81	30	2.2	28	30	3.2	34	30	4.1	39	40	5.0	45	40	6.1	50	40	7.3	58	50	8.1	71
2	0	572.96	30	2.5	28	30	3.6	34	30	4.6	39	40	5.7	45	40	6.7	50	50	8.1	65	50	8.9	78
2	15	509.30	30	2.8	28	40	4.0	34	40	5.1	39	40	6.2	45	50	7.3	53	50	8.7	70	60	9.4	83
2	30	458.37	30	3.1	28	40	4.4	34	40	5.5	39	50	6.8	45	50	7.9	57	60	9.2	74	60	9.8	86
2	45	416.70	30	3.4	28	40	4.7	34	40	6.0	39	50	7.3	47	50	8.4	60	60	9.6	77	60	10	88
3	0	381.97	40	3.7	28	40	5.1	34	50	6.4	39	50	7.7	49	60	8.8	63	60	9.9	79			
3	15	352.59	40	3.9	28	40	5.4	34	50	6.7	39	50	8.1	52	60	9.2	66	60	10	80			
3	30	327.41	40	4.2	28	50	5.7	34	50	7.1	40	60	8.5	54	60	9.6	69						
3	45	305.58	40	4.4	28	50	6.0	34	50	7.5	42	60	8.8	56	60	9.8	71						
4	0	286.48	40	4.7	28	50	6.3	34	50	7.8	44	60	9.1	58	70	9.9	71						
4	15	269.63	50	4.9	28	50	6.6	34	60	8.1	45	60	9.4	60	70	10	72						
4	30	254.65	50	5.1	28	50	6.9	34	60	8.4	47	70	9.6	61									
4	45	241.25	50	5.4	28	60	7.1	34	60	8.7	49	70	9.7	62									
5	0	229.18	50	5.6	28	60	7.4	36	60	8.9	50	70	9.9	63									
5	30	208.35	60	6.0	28	60	7.8	37	70	9.3	52	80	10	64									
6	0	190.99	60	6.3	28	70	8.2	39	70	9.6	54												
6	30	176.30	60	6.7	28	70	8.6	41	80	9.8	55												
7	0	163.70	60	7.0	28	70	8.9	43	80	9.9	55												
7	30	152.79	70	7.3	29	80	9.1	44	80	10	56												
8	0	143.24	70	7.6	30	80	9.4	45															
8	30	134.81	70	7.9	32	80	9.6	46															
9	0	127.32	80	8.2	33	90	9.7	47															
9	30	120.62	80	8.4	34	90	9.8	47															
10	0	114.59	80	8.6	34	90	9.9	48															
10	30	109.14	90	8.8	35	100	10	48															
11	0	104.17	90	9.0	36	110	10	48															
11	30	99.65	90	9.2	37																		
12	0	95.49	100	9.3	37																		
12	30	91.67	100	9.5	38																		
13	0	88.15	100	9.6	38																		
13	30	84.88	110	9.7	39																		
14	0	81.85	110	9.8	39																		
14	30	79.03	110	9.8	39																		
15	0	76.39	110	9.9	40																		

Ac Ampliación de la calzada y la corona en centímetros

Sc Sobreelevación en porcentaje

Le Longitud de la transición en metros

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

15 30	73.93	120	9.9	40
16 0	71.62	120	10	40
16 30	69.45	120	10	40
17 0	67.41	130	10	40

Para grados intermedios no previstos en la tabla Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal

*Normas de Servicios Técnicos, S.C.T., (1984)*

Tabla II.4.-Ampliaciones y Sobreelevaciones para un tipo de camino A2

Una vez obtenidos los valores mencionados se procede a calcular

4. Deflexión de la espiral

$$\theta_e = \left(\frac{Le}{40}\right)G_c \qquad \theta_e = \left(\frac{28.00}{40}\right)07^{\circ}00'00'' \qquad \theta_e = 04^{\circ}54'00''$$

5. Coordenadas del EC de la curva

$$X_c = \frac{Le}{100} \left[100 - 0.003046(\theta_e)^2\right] \qquad X_c = \frac{28.00}{100} \left[100 - 0.003046(04^{\circ}54'00'')^2\right]$$

$$X_c = 27.98m.$$

$$Y_c = \frac{Le}{100} \left[0.5817\theta_e - 0.00001266(\theta_e)^2\right]$$

$$Y_c = \frac{28.00}{100} \left[0.5817(04^{\circ}54'00'') - 0.00001266(04^{\circ}54'00'')^3\right]$$

$$Y_c = 0.80m$$

6. Coordenadas del PC de la curva circular

$$p = Y_c - R_c(1 - \cos \theta_e) \qquad p = 0.80 - [163.70(1 - \cos 04^{\circ}54'00'')]$$

$$p = 0.20m.$$

$$k = X_c - R_c(\sin \theta_e) \qquad k = 27.98 - [(123.70)(\sin 04^{\circ}54'00'')]$$

$$k = 14.00m.$$

7. Subtangente

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

$$STe = \left[ (Rc + p) \tan\left(\frac{\Delta T}{2}\right) + k \right] \qquad Ste = \left[ (163.70 + 0.20) \tan\left(\frac{64^{\circ}40'00''}{2}\right) + 14.00 \right]$$

$$STe = 117.75m.$$

8. Angulo de la curva circular

$$\Delta c = \Delta T - 2\theta e \qquad \Delta c = 64^{\circ}40'00'' - 2(04^{\circ}54'00'') \qquad \Delta c = 54^{\circ}52'00''$$

9. Longitud de la curva circular

$$Lc = \frac{20\Delta c}{Gc} \qquad Lc = \frac{20(54^{\circ}52'00'')}{07^{\circ}00'00''} \qquad Lc = 156.76m.$$

10. Kilometraje del punto tangente-espiral ( Km TE)

$$Km.TE = PI - Ste \qquad Km.TE = 132 + 728.400 - 117.75 \qquad Km.TE = 132 + 610.65$$

11. Kilometraje del punto espiral-curva (Km EC)

$$Km.EC = TE + Le \qquad Km.EC = 132 + 610.65 + 28.00$$

$$Km.EC = 132 + 638.65$$

12. Kilometraje del punto curva-espiral (Km CE)

$$Km.CE = EC + Lc \qquad Km.CE = 132 + 638.65 + 156.76$$

$$Km.CE = 132 + 795.41$$

13. Kilometraje del punto espiral-tangente (Km ET)

$$Km.ET = CE + Le \qquad Km.ET = 132 + 795.41 + 28.00$$

$$Km.ET = 132 + 823.41$$

14. Tablas de construcción

ESTACION	CUERDA	L	L2	$\Theta$	$\Theta_c$
TE 132+610.65	0.00	0.00	0.00	00° 00' 00"	00° 00' 00"
132+620.00	9.35	9.35	87.42	00° 32' 46"	00° 10' 55"
EC 132+638.65	18.65	28.00	784.00	04° 54' 00"	01° 38' 00"

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS

EC 132+795.41	0.00	0.00	0.00	00° 00' 00"	00° 00' 00"
132+800.00	4.59	4.59	21.07	00° 07' 54"	00° 02' 38"
132+820.00	20.00	24.59	604.67	03°46' 45"	01° 15' 35"
ET 132+823.41	3.41	28.00	784.00	04° 54' 00"	01° 38' 00"

Tabla II.5

Donde:  $\theta = \left( \frac{\theta e}{Le^2} \right) L^2$        $\theta = \left( \frac{04^{\circ}54'00''}{28.00^2} \right) L^2$        $\theta = (0.00625)L^2$

$$\theta_c = \frac{\theta}{3}$$

ESTACION	CUERDA	DEFLEXION PARCIAL	DEFLEXION TOTAL
EC 132+638.65	0.00	00° 00' 00"	00° 00' 00"
132+640.00	1.35	00° 14' 11"	00° 14' 11"
132+660.00	20.00	03° 30' 00"	03° 44' 11"
132+680.00	20.00	03° 30' 00"	07° 44' 11"
132+700.00	20.00	03° 30' 00"	10° 44' 11"
132+720.00	20.00	03° 30' 00"	14° 44' 11"
132+740.00	20.00	03° 30' 00"	17° 44' 11"
132+760.00	20.00	03° 30' 00"	21° 44' 11"
132+780.00	20.00	03° 30' 00"	24° 44' 11"
EC 132+795.41	15.41	02° 41' 48"	27° 25' 59"

Tabla II.6

Donde Deflexión por metro:  $D'm = 1.5Gc$  y  $Gc$  se expresa en minutos, por lo tanto tenemos que:

$$D'm = 1.5 \left( \frac{07^{\circ}00'00''}{60} \right) \qquad D'm = 00^{\circ}10'30''$$

Una vez obtenida la Deflexión por metro se procede a calcular la Deflexión Parcial, la cual resulta de multiplicar la deflexión por metro ( $D'm$ ) por la longitud de la cuerda o distancia entre estaciones ( $Lc$ ) en cada cadenamiento.

Deflexión Parcial =  $D'm * Lc$       Deflexión Parcial =  $00^{\circ}10'30'' * 1.35m$ .

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

$$\text{Deflexión Parcial} = 00^{\circ}14'11''$$

A su vez, para obtener la Deflexión Total basta con realizar la suma progresiva de cada una de las deflexiones parciales dando por resultado la mitad del valor del grado de la curva circular.

$$\text{Suma Deflexiones Totales} = 27^{\circ}25'59''$$

$$27^{\circ}25'59'' * 2 = \Delta$$

$$27^{\circ}25'59'' * 2 = 54^{\circ}51'58''$$

$$54^{\circ}51'58'' \cong 54^{\circ}52'00''$$

### Referencias del Trazo

El trazo del eje se podrá reponer a partir de los puntos referenciados, los cuales aparecen dibujados en el PLANO KM.

Las referencias del trazo (mojonera y objeto fijo) se ubicaron mediante coordenadas polares (ángulo y distancia). Las referencias (R1, R2, R3 y R4) quedaron fijas en tornillos de cruz de 4” o varillas de 3/8” ahogados en mojoneras de concreto de 20 cm de diámetro y 40 cm de profundidad (Tabla II.7).

CARRETERA: FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA

DEL Km: 30+000.00 AL Km: 35+000.00

TRAMO: TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

ORIGEN: SAN JUAN DEL RIO, QRO.

SUB-TRAMO: TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

PUNTO REFERENCIADO (P) ANGULOS (qx) A LA DERECHA DESDE PROLONGACION TANGENTE ATRAS Y DISTANCIAS (D) DE P a Rx									
IDENT	KM	θ1	DR1	DR2	EN	θ2	DR3	DR4	EN
EST	30+300	34° 27' 14"	32.390	59.231	MOJONERA	141° 16' 58"	35.662	50.393	MOJONERA
EST	30+600	56° 22' 07"	28.685	42.784	MOJONERA	109° 57' 26"	29.745	48.108	MOJONERA
PC	31+088.247	292° 48'	29.633	52.173	MOJONERA	329° 42' 54"	48.940	67.515	MOJONERA
PT	31+358.426	261° 6' 40"	34.967	56.589	MOJONERA	306° 18' 12"	42.617	64.207	MOJONERA
EST	31+700	72° 28'	26.305	44.754	MOJONERA	115° 29' 33"	29.479	60.401	MOJONERA
EST	32+000	43° 11' 49"	31.701	54.764	MOJONERA	119° 23' 30"	29.056	46.116	MOJONERA
EST	32+300	12° 50' 11"	50.565	57.876	MOJONERA	342° 55' 12"	69.138	79.276	MOJONERA
EST	32+600	331° 56' 56"	36.574	60.577	GUARNICION	341° 42' 46"	57.253	74.842	GUARNICION
EST	32+900	51° 5' 20"	20.355	39.299	MOJONERA	110° 29' 43"	18.024	36.595	MOJONERA
EST	33+200	48° 1' 07"	29.328	41.403	MOJONERA	120° 21' 57"	14.319	34.219	MOJONERA
EST	33+500	197° 31' 54"	64.944	78.663	MOJONERA	340° 54' 55"	73.662	85.669	MOJONERA
EST	33+800	207° 29' 36"	56.243	76.376	BANQUETA	240° 9' 24"	30.049	59.91	MOJONERA
EST	34+100	55° 21' 50"	36.569	62.251	MOJONERA	81° 35' 19"	26.640	56.51	MOJONERA
EST	34+400	284° 20' 25"	29.412	55.011	MOJONERA	313° 44' 42"	38.355	51.316	MOJONERA
EST	34+700	214° 57' 23"	66.301	96.618	MOJONERA	250° 33' 58"	39.831	60.396	MOJONERA
EST	35+000	216° 18' 38"	37.207	48.075	MOJONERA	41° 34' 23"	22.980	31.992	MOJONERA

Tabla II.7.-Referencias de Trazo

### **II.1.b) Registro de Nivel.**

En el inicio del estudio, la ubicación del arranque del nivel o banco de referencia se propagó a partir de las elevaciones de dos puntos conocidos (cabzote de alcantarilla o coronamiento de puente etc.), el nivel se propagó a partir de dos bancos de nivel establecidos en el tramo anterior km 25+000.00 al km 30+000.00.

Se establecieron dos bancos de nivel, como mínimo, por kilómetro, comprobados a cada 500 m aproximadamente, mediante nivelación diferencial de ida y vuelta, los cuales se ubicaron fuera del derecho de vía y en objetos fijos permanentes que no cambien de elevación, o en su caso sobre mojoneras de concreto con varillas de acero fuera del área afectada.

La nivelación del terreno natural por el eje de proyecto consistió en obtener las elevaciones del terreno, mediante nivelación diferencial de los puntos estacados a cada 20 m, los puntos principales del alineamiento horizontal y de los intermedios de quiebres considerables del terreno que presenten desniveles mayores de 0.50 m., mismos que se registraron en forma electrónica para su posterior procesamiento.

El banco de nivel se numeró con dos cifras, la primera cifra corresponderá al kilometraje cerrado inmediato posterior a donde se ubica el banco de nivel y la segunda cifra corresponderá al número de orden correspondiente del banco de nivel en ese kilómetro (Tabla II.8).

La nivelación se reportó en registros de nivel con el formato autorizado por “LA DEPENDENCIA” (Tabla II.9), donde quedaron registrados con nombre y cadenamiento al centímetro todos los detalles que se encuentren a lo largo del eje en estudio, tales como carreteras, vías férreas, canales, etc., nivelando los hombros, centros de línea, fondos de cunetas o canal, hongos de riel, etc., en su caso.

La tolerancia para la nivelación será:  $T = 0.006 \times \text{Raíz cuadrada de } (K)$ , siendo (K) la distancia de banco a banco de nivel, en kilómetros.



**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

REGISTRO DE NIVEL						
ESTACION	A.I.	-	Lectura Intermedia	Elevación	DESCRIPCION	
14	BN 9-1	3.999	1925.074		1921.075	S/VARILLA EN MOJONERA A 20.90 M IZQUIERDA DEL CA...
15	30+020			2.341	1922.733	TERRENO NATURAL
16	30+040			1.981	1923.093	TERRENO NATURAL
17	30+060			1.565	1923.509	TERRENO NATURAL
18	30+080			1.174	1923.900	TERRENO NATURAL
19	30+100			0.793	1924.281	TERRENO NATURAL
20	PL-49	3.105	1927.818	0.361	1924.713	S/CLAVO EN ORILLA DE CARPETA A 0.65 M IZQUIERDA DEL C...
21	30+120			3.158	1924.660	TERRENO NATURAL
22	30+140			2.693	1925.125	TERRENO NATURAL
23	30+160			2.216	1925.602	TERRENO NATURAL
24	30+180			1.732	1926.086	TERRENO NATURAL
25	30+200			1.309	1926.509	TERRENO NATURAL
26	30+220			0.839	1926.979	TERRENO NATURAL
27	30+240			0.222	1927.596	TERRENO NATURAL
28	PL-50	3.719	1931.406	0.131	1927.687	S/CLAVO EN ORILLA DE CARPETA A 0.35 M IZQUIERDA DEL C...
29	30+260			3.132	1928.274	O.CARPETA
30	30+280			2.491	1928.915	O.CARPETA
31	30+300			1.847	1929.559	O.CARPETA
32	30+320			1.179	1930.227	O.CARPETA
33	30+340			0.537	1930.869	S/CARPETA
34	PL-51	3.854	1935.087	0.173	1931.233	S/CLAVO EN ORILLA DE CARPETA A 0.15 M IZQUIERDA DE C...
35	30+360			3.571	1931.516	S/CARPETA
36	30+380			2.909	1932.178	S/CARPETA
37	30+394.980			2.752	1932.335	S/CARPETA Y CL ALCANTARILLA
38	30+400			2.258	1932.829	S/CARPETA
39	30+420			1.632	1933.455	S/CARPETA

Tabla II.9.- Registro de Nivel

**II.1.c) Registro de Secciones Transversales del Terreno.**

Las secciones transversales del terreno se levantaron a cada 20 m y en todos los puntos principales e intermedios del trazo, tomando en consideración quiebres importantes del terreno; se tuvo cuidado que los cadenamientos de las secciones transversales coincidieran con los cadenamientos de los quiebres contenidos en el perfil del terreno levantado, todos los puntos levantados se registraron en (X, Y, Z) para su procesamiento electrónico.

La longitud mínima de las secciones transversales del terreno se levantó de 20 m como mínimo @ lado del eje de la carretera actual y dentro de todo el derecho de vía. En el caso de que el anteproyecto del alineamiento vertical (perfil deducido) indique excavaciones y/o terraplenes de altura considerable, se determinó la longitud necesaria de la sección transversal para alojar suficientemente el proyecto de la sección de construcción. En el seccionamiento de taludes de corte y terraplén donde sean mayores a la longitud mínima requerida por lo menos este llegará hasta los ceros más cinco (5) metros.

Como el seccionamiento transversal del terreno se encuentra sobre un camino existente, se levantó cada detalle, con nombre mediante distancia y elevación, los puntos correspondientes u

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILTLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

orilla de carpeta (o.c.), hombros de terracerías (h), centros de camino (c.c.), fondos de cunetas o canales, cercas, bardas, derecho de vía existente, etc., determinados mediante nivelación geométrica (Tabla II.10). Esto principalmente en las zonas urbanas donde invariablemente deberá determinarse la ubicación y elevación de las entradas de las casas, acceso a calles, banquetas así como sus paramentos los cuales deben aparecer como tales en las secciones levantadas.

		SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO															EJE CADENAMIENTO ELEVACION		LADO DERECHO									
		LADO IZQUIERDO																										
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14	DIST	30.0	24.9	23.0	22.18	19.25	14.25	12.51	10.53	9.17	4.61	0.31	30+020	3.38	4.38	7.47	3.77	10.84	15.09	15.3	17.3	30.0						
15	DESN	-1.8	-1.7	-1.6	-1.39	-1.28	-1.23	-1.37	-0.09	0.05	0.13	0.01	1922.733	-0.35	-1.13	-1.33	-1.13	-1.45	-1.16	-0.8	-0.7	-0.7						
16	DIST	30.0	24.8	22.7	20.39	19.27	15.25	13.91	11.08	9.26	4.75	0.43	30+040	1.50	2.31	4.22	6.71	8.78	17.28	30.0								
17	DESN	-1.5	-1.4	-1.5	-1.56	-1.48	-1.47	-1.51	-0.18	0.03	0.13	0.04	1923.092	-0.17	-0.55	-1.03	-1.14	-1.06	-0.78	-0.7								
18	DIST	30.0	24.9	23.0	22.26	19.54	15.21	14.02	11.01	9.02	4.72	0.42	30+060	1.76	3.39	3.75	6.05	8.46	3.56	15.2	15.7	16.3	17.4	30.0				
19	DESN	-1.8	-1.7	-1.5	-1.66	-1.63	-1.53	-1.54	-0.06	0.04	0.13	0.05	1923.509	-0.23	-1.04	-1.10	-1.07	-1.10	-1.37	-1.1	-1.0	-0.8	-0.7	-0.6				
20	DIST	30.0	24.9	22.3	21.63	19.59	15.02	13.97	11.66	8.84	4.90	0.63	30+080	0.80	2.39	3.46	6.44	10.09	14.77	15.3	17.4	30.0						
21	DESN	-1.5	-1.4	-1.5	-1.64	-1.70	-1.57	-1.48	-0.24	0.05	0.14	0.04	1923.900	-0.13	-0.50	-0.98	-1.15	-1.38	-1.08	-0.9	-0.9	-0.8						
22	DIST	30.0	24.7	23.6	23.1	22.57	20.16	15.03	13.75	11.10	3.14	4.70	0.60	30+100	2.23	3.70	5.41	8.15	8.85	15.20	16.4	17.7	30.0					
23	DESN	-1.6	-1.5	-1.5	-1.2	-1.31	-1.48	-1.46	-1.35	-0.07	0.05	0.14	0.06	1924.231	-0.37	-0.39	-1.17	-0.88	-1.17	-0.87	-0.5	-0.4	-0.3					
24	DIST	30.0	24.8	23.0	22.30	20.00	14.95	14.27	12.17	3.19	4.63	0.57	30+120	1.74	3.14	5.79	11.69	15.25	18.76	30.0								
25	DESN	-1.4	-1.3	-1.0	-1.27	-1.36	-1.32	-1.30	-0.26	0.04	0.12	0.03	1924.640	-0.24	-0.61	-0.80	-0.61	-0.83	-0.35	-0.3								
26	DIST	30.0	24.8	22.60	20.13	15.31	14.27	12.06	3.25	4.60	0.63	30+140	0.82	2.39	6.02	3.63	14.39	16.20	17.3	17.7	20.7	30.0						
27	DESN	-1.4	-1.3	-0.39	-1.30	-1.23	-1.19	-0.21	0.02	0.06	0.03	1925.125	-0.08	-0.49	-0.61	-0.43	-0.67	-0.42	-0.2	-0.3	-0.2	-0.2						
28	DIST	30.0	24.6	23.23	19.73	15.42	14.29	12.51	8.84	4.71	0.64	30+160	1.70	3.47	5.42	15.29	22.74	30.0										
29	DESN	-1.2	-1.1	-1.13	-1.15	-1.06	-0.92	-0.18	0.01	0.11	0.00	1925.602	-0.18	-0.60	-0.61	-0.33	0.31	0.28										
30	DIST	30.0	24.81	18.38	14.57	13.38	12.08	8.36	4.81	0.67	30+180	1.30	3.38	5.82	15.54	24.68	30.0											
31	DESN	-1.4	-1.30	-1.13	-1.05	-0.91	-0.40	0.02	0.07	0.01	1926.056	-0.12	-0.52	-0.67	-0.35	0.07	0.06											
32	DIST	30.0	24.88	19.40	14.26	13.05	11.50	9.15	4.57	0.40	30+200	2.07	4.55	3.00	16.12	26.42	30.0											
33	DESN	-1.3	-1.22	-0.97	-0.96	-0.81	-0.25	0.06	0.15	0.08	1926.509	-0.05	-0.54	-0.70	-0.25	0.13	0.14											
34	DIST	30.0	23.21	21.24	18.53	13.51	11.62	8.37	4.52	0.20	30+220	5.46	7.37	10.57	16.70	28.55												
35	DESN	-1.1	-1.05	-0.98	-0.85	-0.82	-0.19	0.08	0.16	0.03	1926.979	-0.07	-0.64	-0.74	-0.13	0.23												
36	DIST	30.0	25.0	22.00	20.84	13.98	13.11	11.15	9.04	4.44	0.13	30+240	0.12	5.67	7.90	11.16	17.60	30.52										
37	DESN	-1.1	-1.0	-1.06	-1.05	-0.98	-0.88	-0.23	0.07	0.14	0.07	1927.596	-0.08	-0.03	-0.71	-0.65	-0.32	0.20										
38	DIST	24.9	23.1	22.91	20.83	15.54	14.12	11.37	3.03	4.42	0.15	30+260	6.59	8.17	13.06	20.51	32.50											
39	DESN	-1.4	-1.5	-1.17	-1.36	-1.23	-1.10	-0.20	0.04	0.10	0.03	1928.274	-0.11	-0.71	-0.65	-0.27	-0.05											
40	DIST	30.0	24.7	22.00	20.79	14.47	12.95	10.51	8.83	4.16	0.09	30+280	8.31	10.10	17.23	23.29	30.32	32.74	35.67									
41	DESN	-1.4	-1.4	-1.42	-1.47	-1.26	-1.08	-0.25	0.02	0.12	0.02	1928.915	-0.26	-0.59	-0.44	-0.01	0.14	0.35	0.10									
42	DIST	30.00	24.84	20.05	13.93	11.14	8.38	8.82	4.24	30+300	3.14	9.76	19.82	25.46	30.46	38.85												

Tabla II.10.-Registro de Secciones

**II.1.d) Registro de drenaje existente.**

Se deberá entender como OBRA DE DRENAJE MENOR a todas aquellas obras transversales cuyo gálibo horizontal, de acuerdo al área hidráulica necesaria, sea menor o igual a 6 m (losas, cajones, bóvedas de concreto armado, tubos de concreto, tubos de lámina).

Se realizó el trazo, nivelación y seccionamiento transversal del eje de proyecto de las obras de drenaje menor existentes y de las faltantes y las canalizaciones que se requieran, con bancos de nivel y eje de trazo auxiliar se obtuvo la sección transversal del terreno y del pavimento sobre la obra menor (figura II.7).

Para el caso de sustitución, ampliación u obra de drenaje nueva no contemplada pero necesaria sobre el camino existente se hicieron recomendaciones de cimentación, proporcionando capacidad de carga, profundidad de desplante datos de materiales que formen el terreno, recomendaciones

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS

para la construcción, canales de encauzamiento para protección de la obra y todo lo necesario para el buen funcionamiento de la obra.

REGISTRO DE DRENAJE							
CARRETERA:	FED. 120 SAN JUAN DEL RIO-XILITLA			DEL Km:	30+000.00	AL Km:	35+200.00
TRAMO:	TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES			ORIGEN:	SAN JUAN DEL RIO, QUERETARO		
SUB-TRAMO:	TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES						
ESTACION	+		-	LECTURAS INTERM.	ELEVACIONES	CL= 30+384.980	
30+400				0.485		CRUCE: ESV. DER. A 36°10'50" EN TANGENTE	
30+380				-0.152		COEFICIENTE C: A.H.N. = M2	
35.000	TIA			-0.816		MATERIAL DEL CAUCE:	
15.816	TIA			-1.252		ARRASTRES:	
13.345	FONDO			-1.421		PENDIENTE DEL CAUCE:	
13.250	MCB			0.411		DRENA HACIA LA: DERECHA	
13.033	MCB			0.414			
12.993				0.198			
11.499	OC			0.225			
CL 30+384.980	OC				0.000		
2.407				-0.064			
2.435	MCB			0.212			
2.664	MCB			0.222			
2.670	FONDO			-1.605			
15.000	TDA			-1.264			
35.000	TDA			-2.01			
30+360				-0.84			

CROQUIS DE LOCALIZACION

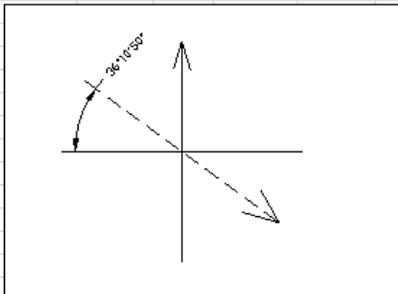


Figura II.7.-Registro de Obras de Drenaje

II.2) Estudio Geotécnico y de Pavimentos.

II.3.a) Informe del Estudio de Geotecnia.

Para llevar a cabo el proyecto ejecutivo se requiere de un estudio geotécnico que permita conocer las propiedades y características del subsuelo para determinar las secciones de pavimento requeridas para la ampliación de carriles y así obtener los datos para realizar la curva masa del proyecto, así como definir los sitios posibles para la obtención de material de préstamo tanto para terracerías como para pavimentos.

De acuerdo a los términos de referencia se determinó que para este estudio se debieron realizar pozos a cielo abierto a una distancia a cada 500 m sobre el trazo de la vialidad y la ubicación de

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

bancos de préstamo, para terracerías y pavimentos. En este informe se hace una presentación de los trabajos que se llevaron a cabo para la ejecución del estudio geotécnico.

Se llevó a cabo el reconocimiento del terreno a lo largo del trazo de la ampliación, para determinar las características y propiedades de las terracerías existentes para realizar el diseño de pavimentos y movimientos de terracerías para este proyecto.

El objetivo perseguido en este estudio es determinar el tipo de materiales existentes en el subsuelo del área de proyecto y conocer las características de los materiales mediante la ejecución de un programa completo de laboratorio que permita definir las propiedades de tipo índice, de calidad y mecánicas para el diseño de terracerías y pavimentos. A continuación se enlista una serie de conceptos que contiene el estudio geotécnico, que solo se mencionarán ya que no es el propósito para este presente trabajo de dar a conocer de forma detallada cada uno de estos puntos:

- Se presenta una descripción de los trabajos llevados en campo.
- Se describen de manera resumida los trabajos de laboratorio llevados a cabo en las muestras de suelo recuperadas en los trabajos de exploración.
- Se describe el marco físico de la zona del Estado de Querétaro donde se localiza el área de proyecto, particularmente de los Municipios de Tequisquiapan y Ezequiel Montes, en el cual se describe de manera general el clima, la topografía, la hidrología de manera general y se describen los materiales detectados en la paredes de los pozos a cielo abierto llevados a cabo, finalmente se define la clasificación sísmica del suelo de la zona mediante el criterio presentado en las Normas de la SCT.
- Se hace una presentación de los trabajos de ingeniería para llevar a cabo el diseño de terracerías y pavimentos, y finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones para la construcción de esta ampliación de carriles.
- Se incluyen las tablas y las figuras del informe, se incluyen los registros de los ensayos de laboratorio (ver anexos), se hace una descripción de los bancos de materiales estudiados para este proyecto; por su parte, se presenta la memoria de cálculo del diseño de pavimentos mediante los métodos de la UNAM y de la AASHTO. Se presentan las normas y especificaciones de construcción que se deberán seguir para la construcción del pavimento de los carriles laterales y finalmente se presenta una serie de fotografías tomadas durante la ejecución de los trabajos de exploración (Ver anexos).

**II.3.b) Datos para el Cálculo de Curva Masa para el Proyecto de Terracerías.**

A fin de definir y conocer las características y las condiciones estratigráficas del sitio en estudio, se programó la ejecución de pozos a cielo abierto aproximadamente a una distancia comprendida a cada 500 m de separación sobre el trazo de la ampliación de carriles. De acuerdo a los términos de referencia se programó que los sondeos alcanzarán 1.50 m de profundidad como mínimo

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”****CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

El objetivo perseguido con este trabajo fue el de determinar las condiciones estratigráficas generales del sitio en estudio, al menos hasta 1.50 m de profundidad, como se mencionó anteriormente, conforme fue planteado en el programa original de exploración, para cumplir con las especificaciones establecidas por la SCT Querétaro.

En todos los pozos a cielo abierto practicados se realizó un muestreo de tipo alterado, recuperando exclusivamente muestras representativas del pozo. Todas las muestras recuperadas se empaquetaron adecuadamente, para evitar en lo posible, pérdida en el contenido natural de agua, y se identificaron correctamente, para ser enviadas al laboratorio de mecánica de suelos, en la Ciudad de México.

En el presente estudio se muestran también los perfiles estratigráficos de los pozos a cielo abierto realizados (ver anexos).

**TRABAJOS DE LABORATORIO**

Sobre todas las muestras de suelo obtenidas en los pozos a cielo abierto realizados sobre el libramiento se practicaron ensayos de tipo índice orientados a la correcta clasificación de los materiales del subsuelo:

- Clasificación visual y manual, en húmedo y en seco, de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
- Contenido inicial de agua, w.
- Granulometría por mallas, G.
- Límites de consistencia, LL y LP.

Con fines de determinar si cumplen con las características para poder formar las terracerías, la capa subyacente y la capa subrasante (tabla II.11), además de los ensayos anteriores se les practicaron los siguientes ensayos de calidad, de terracerías y de resistencia:

- Contracción lineal.
- Peso volumétrico seco suelto.
- Peso volumétrico seco máximo, AASHTO estándar.
- Contenido de agua óptimo.
- Valor Soporte de California modificado al 95%.
- Valor Soporte de California modificado al 100%.
- Expansión.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

La síntesis de los resultados de los ensayos anteriores se reportan en los anexos

Con los resultados obtenidos se realiza una tabla (tabla II.11), que contiene datos para el cálculo de curva masa: contactos, número y espesor de estratos, clasificación del material, tratamientos, coeficientes de variación volumétrica, clasificación para presupuesto, datos de taludes de corte y terraplén, observaciones particulares donde se indican los tratamientos de cada una de las capas de terracerías terraplén, subrasante y subyacente. Cabe mencionar que esta tabla es de mucha importancia para el proyectista de terracerías ya que con esta información dará criterios geométricos y tratamientos de los materiales obtenidos de los posibles cortes de la misma vialidad y los obtenidos de bancos de materiales.

KM A KM		ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA					CLASIF. PRES.			CORTE		TERRAPLEN		OBSERV.
No.	Espesor	90%	95%			100%	Coef. Abun.	Band.	A	B	C	ALT MAX	TALUD	ALT MAX	TALUD			
28+200	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme							100	00	00					C
A																		
29+200	2	Indef	Arena limosa mal graduada; mezcla de arena, gravas y limo, color café claro, poco humeda y compacta, tamaño max. 3/8" y de origen aluvial (SP-SM)	Compactado	1.00	0.95	0.90				80	40	00	0.0-5.0 5.0-10.0	0.75-1.0 1.0-1.0	0.0-0.80 0.80-2.00	3.0:1.0 2.5:1.0	A B F G M
																>2.00	1.7:1.0	
29+200	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme							100	00	00					C
A																		
29+700	2	Indef	Arena limosa; mezcla de arena y limo, color café claro, poco humeda y compacta, tamaño max. 3/4" y de origen aluvial (SM)	Compactado	1.00	0.95	0.90				80	40	00	0.0-5.0 5.0-10.0	0.75-1.0 1.0-1.0	0.0-0.80 0.80-2.00	3.0:1.0 2.5:1.0	A B F G M
																>2.00	1.7:1.0	
29+700	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme							100	00	00					C
A																		
30+200	2	Indef	Arena limoarcillosa; mezcla de arena, limo y arcilla, color café claro, poco humeda, medianamente compacta a compacta tamaño max. 3/4" y origen aluvial (SM-SC)	Compactado	0.97	0.92	0.87				40	80	00	0.0-5.0 5.0-10.0	0.75-1.0 1.0-1.0	0.0-0.80 0.80-2.00	3.0:1.0 2.5:1.0	A B F G M
																>2.00	1.7:1.0	
30+200	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme							100	00	00					C
A																		
30+700	2	0.50	Arena limosa; mezcla de arena, pocas gravas y limo, color café claro, poco humeda y compacta, tamaño max. 3/8" y de origen aluvial (SM)	Compactado	1.00	0.95	0.90				80	40	00	0.0-5.0 5.0-10.0	0.75-1.0 1.0-1.0	0.0-0.80 0.80-2.00	3.0:1.0 2.5:1.0	A B F G M
																>2.00	1.7:1.0	
	3	Indef	Fragmentos grandes mezclados con medianos, empacados en arcilla de baja compresibilidad, predominando los grandes con menos del 10% de fragmentos chicos, color amarillo de forma angulosa, de textura rugosa y poco intemperizados (tipo caliza) al explotarse se obtendran fragmentos medianos, chicos, grandes y gravas con finos arcillosos (Fgm-CL)	Bandeado							1.15	00	40	0.0-5.0 5.0-10.0	0.75-1.0 1.0-1.0	0.0-0.80 0.80-2.00	3.0:1.0 2.5:1.0	A B D J
																>2.00	1.7:1.0	
30+700	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme							100	00	00					C
A																		
31+200	2	0.5	Arena arcillosa; mezcla de arena, gravas y arcilla, color café claro, poco humeda, medianamente compacta a compacta tamaño max. 3/4" y origen aluvial (SC)	Compactado	0.97	0.92	0.87				40	80	00	0.0-5.0 5.0-10.0	0.75-1.0 1.0-1.0	0.0-0.80 0.80-2.00	3.0:1.0 2.5:1.0	A B F G M
																>2.00	1.7:1.0	

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

<b>PROYECTO DE PAVIMENTO</b> ARRETERA: FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA TRAMO: TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES SUBTRAMO: DEL KM 22+200 AL KM 35+200 ORIGEN: TEQUISQUIAPAN, MUNICIPIO DE QUERETARO	 SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
--	--

**Tabla Datos para el Cálculo de la Curva Masa**

KM A KM	ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA					CLASIF. PRES.			CORTE		TERRAPLEN		OBSERV.		
	No.	Espeor			90%	95%	100%	Coef Abun.	Band.	A	B	C	ALT MAX	TALUD	ALT MAX	TALUD			
	3	Indef	Fragmentos grandes mezclados con medianos, empaçados en arcilla de baja compresibilidad, predominando los grandes con menos del 10% de fragmentos chicos, color amarillo de forma angulosa, de textura rugosa y poco intemperizados (tipo caliza) al explotarse se obtendran fragmentos medianos, chicos, grandes y gravas con finos arcillosos (Fgm-CL)	Bandeado							1.15	00	40	60	0.0-6.0	0.75-1.0	0.0-0.80	3.0:1.0	A B D J
															5.0-10.0	1.0-1.0	0.80-2.00	2.5:1.0	
																	>2.00	1.7:1.0	
31+200	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme								100	00	00					C
A																			
32+200	2	Indef	Arena arcillosa; mezcla de arena, gravas en un 18% y arcilla, color café claro, poco humeda y compacta, tamaño max. 1 1/2" y de origen aluvial (SC)	Compactado	1.00	0.95	0.90					60	40	00	0.0-6.0	0.75-1.0	0.0-0.80	3.0:1.0	A B F G M
															5.0-10.0	1.0-1.0	0.80-2.00	2.5:1.0	
																	>2.00	1.7:1.0	
32+200	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme								100	00	00					C
A																			
33+200	2	Indef	Arena arcillosa mal graduada; mezcla de arena, gravas en un 30% y arcilla, color café claro, poco humeda y compacta, tamaño max. 1 1/2" y de origen aluvial (SP-SC)	Compactado	1.00	0.95	0.90					60	40	00	0.0-6.0	0.75-1.0	0.0-0.80	3.0:1.0	A B F G M
															5.0-10.0	1.0-1.0	0.80-2.00	2.5:1.0	
																	>2.00	1.7:1.0	
33+200	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme								100	00	00					C
A																			
33+700	2	Indef	Arena arcillosa; mezcla de arena, grava en un 35 % y arcilla, color café claro, poco humeda, medianamente compacta a compacta tamaño max. 1 1/2" y origen aluvial (SC)	Compactado	0.97	0.92	0.87					40	60	00	0.0-6.0	0.75-1.0	0.0-0.80	3.0:1.0	A B F G M
															5.0-10.0	1.0-1.0	0.80-2.00	2.5:1.0	
																	>2.00	1.7:1.0	
33+700	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme								100	00	00					C
A																			
35+200	2	Indef	Arena limosa mal graduada; mezcla de arena, gravas y limo, color café claro, poco humeda y compacta, tamaño max. 1/2" y de origen aluvial (SP-SM)	Compactado	1.00	0.95	0.90					60	40	00	0.0-6.0	0.75-1.0	0.0-0.80	3.0:1.0	A B F G M
															5.0-10.0	1.0-1.0	0.80-2.00	2.5:1.0	
																	>2.00	1.7:1.0	

Tabla II.11.- Datos para el Cálculo de la Curva Masa

**OBSERVACIONES GENERALES**

- 1.-Los trabajos deberán iniciarse con la limpieza general, despalme y desenraice del área donde quedará alojado el cuerpo del camino, de acuerdo a lo indicado en el proyecto.
- 2.-Los terraplenes desplantados en un terreno con pendiente natural igual o mayor al 25% se anclarán al terreno natural mediante escalones de liga a partir de los ceros del mismo, cada escalón tendrá un ancho mínimo de huella de 2.50 m en material tipo "A" o "B" y en material tipo "C" el escalón tendrá 1.00 m de huella, en ambos casos la separación de dichos escalones será de 2.00 m medidos horizontalmente a partir de los ceros de los mismos.
- 3.-En los taludes de los cortes, no se dejarán fragmentos rocosos o porciones considerables de material susceptibles a desplazarse hacia el camino.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

4.-Con el material producto del despalme, se deberán arropar los taludes de los terraplenes.

5.-La construcción de las obras de drenaje se hará antes de iniciar la construcción de la terracerías; concluidas dichas obras, deberán arroparse adecuadamente para evitar cualquier daño a la estructura de las mismas durante la construcción. La superficie de cimentación deberá compactarse en los 0.30 m superficiales hasta alcanzar el 95% de la prueba AASHTO estándar. En caso de detectar arcilla negra de alta plasticidad ésta deberá sustituirse con un material inerte, formado por limo arenoso o arena limosa (tepetate), en un espesor de 0.30 m superficiales y se deberá compactar hasta alcanzar el 95% de su peso volumétrico seco máximo.

6.-Se debe propiciar la forestación de los taludes de los cortes y terraplenes con vegetación para evitar la erosión.

7.-En todo el tramo las cunetas deberán impermeabilizarse con concreto hidráulico f'c = 150 kg/cm<sup>2</sup>, con espesor de 8.0 cm.

8.-Debe evitarse que la boquilla de aguas debajo de las alcantarillas, descargue sus aguas sobre el talud del terraplén construido, en estos casos la obra de drenaje se prolongará con lavadero hasta los ceros del terraplén.

9.-Cualquier ampliación de corte por requerimiento de material, debe hacerse a partir del talud externo de la cuneta o bien, formando una banquetta, la cual quedará debidamente drenada y de preferencia aguas abajo.

10.-En las zonas de corte se deberá construir una contracuneta separada mínimo 5.0 m de la corona del corte, para evitar inducción a la falla, que deberán impermeabilizarse con concreto hidráulico f'c = 100 kg/cm<sup>2</sup>, con espesor de 8.0 cm.

11.-Los taludes de proyecto que deberán considerarse para los terraplenes son los siguientes:

ALTURAS	TALUD
Entre 0.00 y 0.80 m	3.00: 1.00
Entre 0.80 y 2.00 m	2.50: 1.00
Mayores a 2.00 m	1.70: 1.00

12.-Para los cortes que se realicen en material tipo A y B deberán considerarse los taludes siguientes:

ALTURAS	INCLINACIÓN
Entre 0.00 y 5.00 m	0.75: 1.00
Entre 5.00 y 10.00 m	1.00: 1.00

13.-Para los cortes que se realicen en material tipo C deberán considerarse los taludes siguientes:

ALTURAS	INCLINACIÓN
Entre 0.00 y 9.00 m	0.25: 1.00

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

14.-El material que formará la capa subrasante y la capa subyacente, no deberá contener partículas de material mayores de 76.2 mm (3”). Cuando éstas existan deberán eliminarse mediante pepena.

15.-Al material grueso no compactable, se le dará un tratamiento de bandeo para aumentar su acomodo este material solo servirá para formar el cuerpo del terraplén, construyéndose por capas sensiblemente horizontales, con espesor aproximadamente igual a la de los fragmentos que será de 40 cm como máximo y se dará como mínimo tres pasadas a cada punto de su superficie con tractor D-8 o similar.

**OBSERVACIONES PARTICULARES A LAS TABLAS DE CURVA MASA**

A.-En todos los casos el cuerpo del terraplén, se compactará al 90% o se bandeará según sea el caso; la capa subyacente y subrasante se compactarán al 95 y 100% respectivamente, los grados de compactación indicados son con respecto a la prueba AASHTO estándar.

B.-En todos los casos, cuando no se indique otra cosa, el terreno natural, después de haberse efectuado el despalme correspondiente, el piso descubierto deberá compactarse al 90% de su MVSM en una profundidad mínima de 0.20 m; o bandearse según sea el caso.

C.-Material que debe despalmarse, en el caso de formación de terraplenes deberá colocarse fuera del área de los ceros para posteriormente utilizarse en el arroje de los taludes. Su empleo no es recomendable para formar parte de la estructura del camino.

D.-Material que por sus características, sólo se puede utilizar en la formación del cuerpo de terraplén, mismo que deberá compactarse al 90% de su MVSM o bandearse según sea el caso.

E.-Material que por sus características, puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén y capa subyacente

F.-Material que por sus características, puede utilizar en la formación del cuerpo de terraplén, capa subyacente y capa subrasante.

G.-En terraplenes formados con este material, se deberá construir capa subyacente de 0.30 m de espesor, cuando la altura de éstos sea menor de 0.80 m y cuando sea mayor, la subyacente será de 0.70 m; y en ambos casos se proyectará capa subrasante de 0.30 m de espesor.

H.-En terraplenes construidos con este material, se deberá proyectar capa subyacente de 0.70 m de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m compactadas al 95% y al 100% de su MVSM, con material procedente del banco más cercano.

I.-En cortes formados en este material la cama de corte, se deberá compactar al 95% de su MVSM, en una profundidad mínima de 0.30 m y se deberá proyectar capa subrasante de 0.30 m de espesor, compactándola al 100% de su MVSM, con material procedente del banco más cercano.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

J.-En este tramo se deberán proyectar en cortes y terraplenes bajos, capa subyacente de 0.70 m de espesor, como mínimo y capa subrasante de 0.30 m; en caso de ser necesario se deberán abrir cajas de profundidad suficiente para alojar las capas citadas; ambas capas se proyectarán con material de préstamo del banco más cercano.

K.-En cortes, se deberán escarificar los 0.15 m superiores y acamellonar; la superficie descubierta, se deberá compactar al 100% de su MVSM en un espesor mínimo de 0.15 m con lo que quedará formada la primera capa subrasante, con el material acamellonado se construirá la segunda capa subrasante, misma que deberá compactarse también al 100% de su MVSM.

L.-En cortes formados en este material, se proyectará capa subyacente de 0.30 m de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m de espesor mínimo, compactándolas al 95% y 100%, respectivamente y se construirán con material de préstamo del banco más cercano.

M.-En cortes formados con este material, se escarificarán los primeros 0.30 m del nivel superior de subrasante, se acamellonará el material producto del escarificado y se compactará la superficie descubierta al 95% hasta una profundidad de 0.20 m. Posteriormente, con el material acamellonado se formará la capa subrasante de 0.30 m de espesor.

N.-En el caso de cortes y terraplenes construidos en este material, se deberá proyectar capa subyacente y capa subrasante, ambas de 0.30 m, compactando al 95 y 100% respectivamente; ambas capas se construirán con material de préstamo del banco más cercano.

**II.3.c) Bancos de materiales para el Proyecto de Terracerías.**

Adicionalmente a los trabajos de exploración realizados para la Construcción de la ampliación, se visitaron diversos bancos de préstamo donde se podrán suministrar posiblemente los materiales para la formación de terracerías y para la formación de pavimentos. Los bancos que se visitaron, fueron los más cercanos al trazo de la ampliación tal y como se marca en los términos de referencia. De estos bancos se obtuvieron muestras de suelo, para ser estudiadas en el laboratorio y de los que se presentan los resultados más adelante (tabla II.12).

Todas las muestras obtenidas en los bancos de materiales fueron identificadas adecuadamente y empacadas de tal forma para evitar la pérdida en el contenido de agua natural y posteriormente se trasladaron hacia el laboratorio de mecánica de suelos en la Ciudad de México, para someterlas a un programa completo de ensayos de tipo índice, de calidad y de resistencia para diseño de terracerías y pavimentos.

**TRABAJOS DE LABORATORIO**

A los materiales muestreados en los bancos, se les efectuaron los siguientes ensayos, a fin de verificar su calidad y verificar los parámetros de resistencia para fines de diseño, conforme a la Normatividad para la Infraestructura del Transporte (SCT).

- Contenido inicial de agua.
- Granulometría por mallas.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

- Límite líquido.
- Contracción lineal.
- Peso volumétrico seco suelto.
- Equivalente de arena.
- Peso volumétrico seco máximo, contenido de agua óptimo, en pruebas de compactación AASHTO estándar y modificado;
- Valor relativo de soporte, CBR, y expansión en prueba estándar, además compactando los especímenes dinámicamente con su contenido de agua óptimo, con grados de compactación al 95% y al 100%, y llevándose posteriormente a la saturación por 72 horas, antes de ser penetrados con el pistón.

En los anexos se presenta una Tabla resumen de los ensayos practicados tanto a las muestras de suelo recuperadas en los pozos a cielo abierto como a las muestras obtenidas en los bancos muestreados.

PROYECTO DE PAVIMENTO														
CARRETERA: FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA TRAMO: TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES SUBTRAMO: DEL KM 22+200 AL KM 35+200 ESTADO: QUERETARO														
<b>Tabla Relación de Bancos para Terracerías</b>														
BANCO NÚMERO	DENOMINACIÓN	LOCALIZACIÓN	CLASIFICACIÓN GEOLÓGICA	CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO			DESPALME m	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				UTILIZACIÓN	TRATAMIENTO PROBABLE	VOLUMEN APROVECHABLE
				A	B	C		90%	95%	100%	Bandeado			
1	FERNANDO QUIJADA FERREGRINO	KM 22 + 200 ATRAS CON DESVIACION IZQUIERDA CON 4,000 MTS.	ARENA LIMOSA, MEZCLA DE ARENA, GRAVA Y LIMO ( SM )	60	40	00	0.30	1.03	0.98	0.93		CUERPO DEL TERRAPLEN, SUBYACENTE, SUBRASANTE Y SUB BASE	COMPACTADO	750,000
2	EJIDO HACIENDA GRANDE	KM 23 + 500 DESVIACION DERECHA CON 500 MTS.	ARENA LIMOSA, MEZCLA DE ARENA, GRAVA Y LIMO ( SM )	60	40	00	0.30	1.03	0.98	0.93		CUERPO DEL TERRAPLEN, SUBYACENTE, SUBRASANTE Y SUB BASE	COMPACTADO	500,000
3	VILLA PROGRESO	KM 35 + 200 DESVIACION DERECHA CON 11,000 MTS.	ARENA LIMOSA, MEZCLA DE ARENA Y LIMO ( SM )	60	40	00	40	1.03	0.98	0.93		CUERPO DEL TERRAPLEN, SUBYACENTE, SUBRASANTE Y SUB BASE	COMPACTADO	150,000

Tabla II.12.-Relación de Bancos para Terracerías

### **II.3.d) Diseño de pavimentos.**

Para la realización del estudio de pavimentos, se llevaron a cabo trabajos de campo y laboratorio.

#### **TRABAJOS DE CAMPO**

Los trabajos de campo consistieron en la realización de sondeos del tipo Pozo a cielo abierto (PCA) hasta una profundidad promedio de 1,50 m. sobre la superficie del terreno actual.

El objeto de estos trabajos, fue para explorar las distintas capas con las que está compuesta la estructura del pavimento actual, la identificación de la profundidad del terreno natural o de cimentación y los diversos materiales que se localizan en el suelo de la región, así como la identificación de los niveles de aguas freáticas (N.A.F.).

Otra de las actividades realizadas, fue la de localizar bancos de material para el probable suministro de los distintos conceptos de obra (terracerías y/o pavimento) al momento de la ejecución de los trabajos de modernización o ampliación.

De los PCA realizados fueron tomadas muestras de los materiales producto de la excavación de las terracerías, (Sub-Rasante y Terreno Natural), respectivamente, las cuales fueron llevadas al Laboratorio para su ensaye correspondiente y así determinar sus características físicas de calidad.

Por otro lado, también fueron localizados en la región bancos de material para terracerías y para pavimento (BANCO FERNANDO QUIJADA FERREGRINO Y BANCO HACIENDA GRANDE), de los cuales también se tomaron muestras representativas para su análisis respectivo en el Laboratorio y así determinar su posible empleo en los distintos conceptos de obra de infraestructura carretera.

#### **TRABAJOS DE LABORATORIO**

Tanto a las muestras producto de los PCA, como a las de los bancos, se les practicaron los ensayos en el laboratorio indicados en la siguiente tabla.

- a) Masa Volumétrica Seca Máxima
- b) Humedad Optima
- c) Composición Granulométrica
- d) Límites de Consistencia (Atterberg)
- e) Densidad y absorción
- f) C.B.R.
- g) Porcentaje de Expansión
- h) Valor Relativo de Soporte Modificado al 95 y 100% (Mats. Para terracerías)
- i) Determinación del Contenido Natural de Humedad (mtras. T. N.)
- j) Prueba de Desgaste en la máquina de Los Ángeles (Mat. Banco para pavimento)
- k) Determinación de su Clasificación SUCS - SCT

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

**RESULTADOS**

En base a las muestras producto de los PCA y analizadas en el laboratorio, se observa que en general el suelo de la zona en estudio, presenta características físicas de una arena limosa (SM) de baja plasticidad con propiedades adecuadas para el desplante de la estructura del pavimento. En ningún caso fue localizado nivel de aguas freáticas (N.A.F.)

En cuanto a los bancos o prestamos de material. Se localizó el banco “LA CURVA O CHILERA” a 5,7 Km. de la obra, el cual cuenta con un material clasificado como arena limosa (SM) y el banco “LORENZO TEJADA” a 4,8 Km. de la obra con material también del tipo (SM).

El banco “LA VEGA” se localiza a 12,0 Km. de la obra y presenta material tipo aglomerado basáltico (roca triturada) clasificado como grava limpia (GW).

**CONCLUSIONES**

El suelo de la zona en general cumple con las características establecidas por la Normativa SCT, referidas a materiales para terracerías capa subyacente y/o sub-rasante, debido a que acusan propiedades de una arena limosa de baja plasticidad y suficiente soporte para el desplante adecuado de la estructura del pavimento flexible del presente proyecto.

Los bancos La Curva o Chilera y Lorenzo Tejada, cuentan con suficiente volumen de material con calidad adecuada para utilizarse en cualquier capa de Terracería y hasta Sub-rasante.

El banco “La Vega” ofrece un material producto de trituración de roca tipo basalto, que al mezclarse en proporción adecuada con arena producto de trituración y algún limo se puede utilizar para cualquier capa de pavimento subbase o base y para obras de estructuras de concreto y complementarias.

**DISEÑO DEL PAVIMENTO**

La estructura del pavimento flexible para el presente proyecto, será determinada de acuerdo a los métodos.

- A) DISPAV-5 DEL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNAM
- B) INSTITUTO DEL ASFALTO DE LOS EEUU
- C) AASHTO

**A) MÉTODO DISPAV-5**

**DATOS:**

El Transito Diario Promedio Anual (TDPA) y composición vehicular, fueron tomados de las estadísticas datos viales 2007 publicadas en 2008 de la SCT, correspondientes a la estación de aforo ubicada en el KM. 36+500 de la Carretera: San Juan del Río – Xilitla, obteniéndose lo siguiente

TRANSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL ----- 3402

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

**COMPOSICIÓN VEHICULAR**

TIPO DE VEHICULO	A	B2	C2	C3	T3-S2	T3 – S3	T3-S2-R4	OTROS
%	85.0	2.2	1.7	2.4	3.3	1.0	1.6	2.8

Tabla II.13.-Composición Vehicular

**NOTA: PARA ESTE DISEÑO SE TOMARA EN CUENTA QUE EL 70% DE LOS VEHÍCULOS VAN CARGADOS Y EL RESTO VACIOS.**

Tipo de camino	A4
Periodo de diseño	15 años
Tasa de crecimiento anual	3,0%
CVR critico T. N.	18.4%
CVR critico S/R	25.0% mín. especificado
CVR critico BH	100% min. especificado

Con los datos antes descritos:

- 1.- Ingresamos al programa de diseño para que nos procese el diseño de la estructura enfocada a caminos de altas especificaciones.
- 2.- El cálculo se debe introducir a partir de un tránsito mezclado con los porcentajes de vehículos cargados de acuerdo a lo expuesto arriba.
- 3.- En base a los datos anteriores, se determinó que la vida previsible por daño por deformación permanente y por fatiga a 5,0 y 90,0 cms. de profundidad, es de 12.3 y 10.9X10<sup>6</sup> ejes equivalentes estándar de 8,2 ton., respectivamente. Número de repeticiones que se alcanzan a los 15 años que el periodo de proyecto con la tasa de crecimiento anual del 3,0%.
- 4.- Para garantizar la vida previsible indicada en el inciso anterior, se propone una estructura de pavimento con tres capas y con los materiales con las características indicadas anteriormente. A continuación se describe el procedimiento del desarrollo del cálculo del pavimento por dicho método.

**DESARROLLO DEL METODO DISPAV-5**

El programa permite :

1. Diseñar de acuerdo con los lineamientos fijados.
2. Revisar diseños específicos que proponga el proyectista

El programa tiene dos opciones de diseño, según el tipo de camino.

1. Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 c de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).

2. Caminos normales en los que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final de la vida de proyecto.

Se requiere conocer el tránsito en el carril de proyecto en millones de ejes estándar (ejes sencillos de 8.2 toneladas).

Tiene dos opciones :

1. Si conoce el tránsito de proyecto, introducirlo directamente.
2. Calcularlo a partir del tránsito mezclado.

Introduzca los siguientes datos :

TDPA en el carril de proyecto (en vehículos) : 1531

Tasa de crecimiento anual del tránsito (en %) : 3.

Periodo de proyecto, en años : 15

Se necesita conocer el tipo de camino

1. Tipo A o B
2. Tipo C
3. Tipo D

Se requiere conocer la composición del tránsito, introduzca el porcentaje de cada tipo de vehículo.

Automóvil	Tracto camión articulado
A : 85.0	T2-S1 :
	T2-S2 :
Autobus	T3-S2 : 3.3
B2 : 2.2	T3-S3 : 1.0
B3 :	
B4 :	Tracto camión doblemente articulado
	T2-S1-R2 :
Camión unitario	T3-S1-R2 :
C2 : 1.7	T3-S2-R2 :
C3 : 2.4	T3-S2-R3 : 2.8
	T3-S2-R4 : 1.6
Camión remolque	T3-S3-S2 :
C2-R2 :	

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

C3-R2 :

C3-R3 :

C2-R3 :

Los vehículos tipo A se supone que siempre están cargados.

Los autobuses y vehículos de carga (tipos B, C y T), pueden circular vacíos en un cierto porcentaje de casos.

Se requiere conocer el porcentaje de camiones cargados en el carril de proyecto.

Se tienen dos opciones:

1. Emplear un porcentaje de vehículos cargados aplicable a todos los vehículos comerciales (un porcentaje promedio).
2. Emplear un porcentaje de vehículos cargados para cada tipo de vehículo.

Introduzca la opción que desea aplicar (1 o 2): 1

En ausencia de información más confiable se sugiere emplear una proporción de camiones cargados entre 60 y 80%, (entre 40 y 20% de camiones vacíos).

Introduzca la proporción de camiones cargados que juzgue correcta (%) : 70

Eje	Autobús B2	
	1	2
Tipo	Sencillo	Sencillo
Carga*	6.5	11.0
Presión**	6.0	6.0

\* Carga total del eje, sencillo, doble, triple, en toneladas

\*\* Presión de inflado en condiciones de servicio, en kg/cm<sup>2</sup>

Se han indicado las cargas máximas legales por eje, en toneladas, según aparecen en el decreto publicado el 7 de enero de 1997 (en algunos casos la carga por eje se ajustó para no sobrepasar la carga máxima total del vehículo). Puede modificarlas de acuerdo con su proyecto.

Eje	Camión C2	
	1	2

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

Tipo	Sencillo	Sencillo
Carga*	6.5	11.0
Presión**	6.0	6.0

\* Carga total del eje, sencillo, doble, triple, en toneladas

\*\* Presión de inflado en condiciones de servicio, en kg/cm2

Se han indicado las cargas máximas legales por eje, en toneladas, según aparecen en el decreto publicado el 7 de enero de 1997 (en algunos casos la carga por eje se ajustó para no sobrepasar la carga máxima total del vehículo). Puede modificarlas de acuerdo con su proyecto.

Eje	Camión C3	
	1	2
Tipo	Sencillo	Doble
Carga*	6.5	19.5
Presión**	6.0	6.0

\* Carga total del eje, sencillo, doble, triple, en toneladas

\*\* Presión de inflado en condiciones de servicio, en kg/cm2

Se han indicado las cargas máximas legales por eje, en toneladas, según aparecen en el decreto publicado el 7 de enero de 1997 (en algunos casos la carga por eje se ajustó para no sobrepasar la carga máxima total del vehículo). Puede modificarlas de acuerdo con su proyecto.

Eje	Camión T3-S2		
	1	2	3
Tipo	Sencillo	Doble	Doble
Carga*	6.5	19.5	18.0
Presión**	6.0	6.0	6.0

\* Carga total del eje, sencillo, doble, triple, en toneladas

\*\* Presión de inflado en condiciones de servicio, en kg/cm2

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

Se han indicado las cargas máximas legales por eje, en toneladas, según aparecen en el decreto publicado el 7 de enero de 1997 (en algunos casos la carga por eje se ajustó para no sobrepasar la carga máxima total del vehículo). Puede modificarlas de acuerdo con su proyecto.

Eje	Camión T3-S3		
	1	2	3
Tipo	Sencillo	Doble	Triple
Carga*	6.5	19.5	22.5
Presión**	6.0	6.0	6.0

\* Carga total del eje, sencillo, doble, triple, en toneladas

\*\* Presión de inflado en condiciones de servicio, en kg/cm2

Se han indicado las cargas máximas legales por eje, en toneladas, según aparecen en el decreto publicado el 7 de enero de 1997 (en algunos casos la carga por eje se ajustó para no sobrepasar la carga máxima total del vehículo). Puede modificarlas de acuerdo con su proyecto.

Eje	Camión T3-S2-R3				
	1	2	3	4	5
Tipo	Sencillo	Doble	Doble	Sencillo	Doble
Carga*	5.4	16.2	15.0	15.0	15.0
Presión**	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

\* Carga total del eje, sencillo, doble, triple, en toneladas

\*\* Presión de inflado en condiciones de servicio, en kg/cm2

Se han indicado las cargas máximas legales por eje, en toneladas, según aparecen en el decreto publicado el 7 de enero de 1997 (en algunos casos la carga por eje se ajustó para no sobrepasar la carga máxima total del vehículo). Puede modificarlas de acuerdo con su proyecto.

Eje	Camión T3-S2-R4				
	1	2	3	4	5
Tipo	Sencillo	Doble	Doble	Doble	Doble
Carga*	5.7	17.1	15.7	8.8	15.7

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

Presión\*\* 6.0 6.0 6.0 6.0 6.0

\* Carga total del eje, sencillo, doble, triple, en toneladas

\*\* Presión de inflado en condiciones de servicio, en kg/cm2

Se han indicado las cargas máximas legales por eje, en toneladas, según aparecen en el decreto publicado el 7 de enero de 1997 (en algunos casos la carga por eje se ajustó para no sobrepasar la carga máxima total del vehículo). Puede modificarlas de acuerdo con su proyecto.

**COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA DEL VEHICULO CARGADO**

Autobús B2

EJE	PROFUNDIDAD					
	5	15	30	60	90	120
1	1.12	0.62	0.37	0.29	0.28	0.27
2	1.28	2.11	3.55	4.69	5.01	5.14
TOTAL	2.40	2.73	3.93	4.99	5.29	5.41

**COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA DEL VEHICULO CARGADO**

Camión C2

EJE	PROFUNDIDAD					
	5	15	30	60	90	120
1	1.12	0.62	0.37	0.29	0.28	0.27
2	1.28	2.11	3.55	4.69	5.01	5.14
TOTAL	2.40	2.73	3.93	4.99	5.29	5.41

**COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA DEL VEHICULO CARGADO**

Camión C3

EJE	PROFUNDIDAD					
	5	15	30	60	90	120
1	1.12	0.62	0.37	0.29	0.28	0.27

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

2 2.50 3.30 3.34 4.34 4.61 4.72

TOTAL 3.62 3.92 3.71 4.63 4.89 4.99

COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA DEL VEHICULO CARGADO

Camión T3-S2

EJE PROFUNDIDAD

5 15 30 60 90 120

1 1.12 0.62 0.37 0.29 0.28 0.27

2 2.50 3.30 3.34 4.34 4.61 4.72

3 2.46 2.78 2.42 2.87 2.98 3.03

TOTAL 6.08 6.70 6.13 7.50 7.87 8.02

COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA DEL VEHICULO CARGADO

Camión T3-S3

EJE PROFUNDIDAD

5 15 30 60 90 120

1 1.12 0.62 0.37 0.29 0.28 0.27

2 2.50 3.30 3.34 4.34 4.61 4.72

3 3.52 2.70 2.41 2.86 2.98 3.02

TOTAL 7.14 6.62 6.13 7.49 7.87 8.01

COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA DEL VEHICULO CARGADO

Camión T3-S2-R3

EJE PROFUNDIDAD

5 15 30 60 90 120

1 1.04 0.36 0.16 0.11 0.10 0.10

2 2.40 2.17 1.56 1.65 1.68 1.68

3 2.34 1.80 1.12 1.10 1.10 1.10

4 1.34 3.60 11.47 22.60 26.69 28.40

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

5 2.34 1.80 1.12 1.10 1.10 1.10

TOTAL 9.47 9.73 15.43 26.57 30.66 32.38

**COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA DEL VEHICULO CARGADO**

Camión T3-S2-R4

EJE PROFUNDIDAD

5 15 30 60 90 120

1 1.07 0.42 0.20 0.15 0.14 0.13

2 2.43 2.47 1.96 2.19 2.25 2.28

3 2.38 2.01 1.37 1.40 1.41 1.42

4 1.88 0.38 0.10 0.06 0.06 0.06

5 2.38 2.01 1.37 1.40 1.41 1.42

TOTAL 10.13 7.30 4.99 5.21 5.27 5.29

Tránsito de proyecto en millones de ejes estándar para una profundidad de :

**Z = 5 cm** Z = 15 cm Z = 30 cm Z = 60 cm **Z = 90 cm** Z = 120 cm

**7.6** 6.5 7.4 10.6 **11.7** 12.1

Se sugiere emplear el tránsito de proyecto determinado a 15 y 90 cm para diseño por fatiga y deformación permanente, respectivamente. Pero usted puede tomar la profundidad más adecuada a su proyecto.

¿Acepta la sugerencia? (s/n) NO

El tránsito de proyecto, en millones de ejes estándar, es :

(a) Por fatiga en las capas estabilizadas : 7.6

(b) Por deformación en capas no estabilizadas : 11.7

El programa permite analizar pavimentos que contengan algunas de las siguientes capas (o todas ellas).

1. Carpeta
2. Base granular
3. Sub-base
4. Subrasante
5. Terracería



**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

Capa	Espesor calculado	Espesor proyecto
Carpeta	9.0	9.0
Base granular	35.3	35.3
Subrasante	2.5	40.0

Los espesores de capa calculados se ajustan a un espesor constructivo mínimo, el cual depende de la capa y del tránsito de proyecto.

El diseño anterior previene contra la deformación excesiva.

A continuación debe revisarlo para prevenir el agrietamiento por fatiga, a menos que esté empleando un tratamiento superficial.

¿Quiere hacerlo así? (s/n)

**SI**

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

**DATOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO**

Camino de altas especificaciones. Nivel de confianza en el diseño : 90 %

Capa previsible	H	VRSz	E	V	Vida
	cm	%	kg/cm <sup>2</sup>	Def	Fatiga
Carpeta	9.0		28000	0.35	1.9
Base granular	35.3	100.0	3265	0.35	11.7
Subrasante	40.0	25.0	1237	0.45	11.7
Terracería	Semi-inf	18.4	998	0.45	> 150

	Vida previsible	Tránsito proyecto
Deformación	11.7	11.7
Fatiga	1.9	7.6

El diseño no es adecuado.

Tiene usted cuatro opciones:

1. cambiar módulo de carpeta
2. cambiar espesores
3. emplear base asfáltica.
4. salir del programa

Camino de altas especificaciones. Nivel de confianza en el diseño : 90 %

Capa	H	VRSz	E	V	Vida previsible
	cm	%	kg/cm <sup>2</sup>		Def Fatiga
Carpeta	7.0		28000	0.35	> 150
Base asfáltica	10.0		25000	0.35	10.9
Base granular	20.0	100.0	3265	0.35	> 150
Subrasante	30.0	25.0	1237	0.45	12.3
Terracería	Semi-inf	18.4	998	0.45	> 150

	Vida previsible	Tránsito proyecto
Deformación	12.3	11.7
Fatiga	10.9	7.6

La vida previsible es cercana o mayor que la vida de proyecto el diseño parece adecuado. La tolerancia es +/- 10% del tránsito de proyecto crítico.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

Este método nos indica que se requiere una estructura de la siguiente manera:

**Carpeta de Concreto Asfáltico ----- 7,0 cm.**  
**Base Asfáltica ----- 10.0 cm.**  
**Base Hidráulica ----- 20,0 cm.**

Con esta estructura se alcanzan  $12.3 \times 10^6$  y  $10.9 \times 10^6$  ejes equivalentes para una vida previsible por deformación y fatiga contra  $11.7 \times 10^6$  y  $7.6 \times 10^6$  requeridos para una vida de proyecto, respectivamente y con los materiales con las características ya señaladas en este documento.

**B) MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO**

DATOS:

1.- Con los mismos datos de tránsito y características de los materiales citados en el inciso A de este documento, se procede a la determinación del peso promedio de los vehículos pesados.

El peso promedio de los vehículos pesados es ----- 38.8 ton  
 Es porcentaje de vehículos pesados es ----- 15.0%  
 El coeficiente de distribución es de ----- 45%

2.- Con el TDPA obtenido del aforo vehicular y con el % de vehículos pesados y el coeficiente de distribución (de acuerdo al número de carriles del camino en estudio), procedemos a calcular el número inicial de vehículos pesados en el carril de proyecto; por lo tanto:

**N = 230 VEHÍCULOS PESADOS**

3.- Para el cálculo del número de transito inicial (NTI), tomamos en cuenta los datos anteriores, considerando también una carga limite en el eje sencillo de 8,2 ton. y mediante el auxilio del nomograma (anexo I Asf.) llegamos a:

**NTI = 445 VEHÍCULOS**

Debido a que el nomograma referido considera un periodo de diseño de 20 años y sin tasa de crecimiento, cuando se practica un diseño con datos diferentes, se utilizan los valores indicados en la tabla del anexo arriba señalado, interpolando los datos respectivos para obtener un factor de corrección al tránsito por consiguiente

**Fc = 0.935**

Una vez obtenido el factor de corrección (Fc) del tránsito, realizando en producto de este valor con el número de transito inicial, obtenemos el número de transito inicial en el carril de proyecto, resultando lo que a continuación se ilustra

**NTD = 416 VEHÍCULOS**

Por último, mediante el auxilio de la carta de diseño (grafico anexo) y combinando los valores del NTD y el VRS de la S/R, obtenemos el espesor total de pavimento expresado en concreto asfáltico, que para este estudio nos da como resultado.

**5,3” DE CONCRETO ASFALTICO**

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

Este método nos indica que para un NTD entre 100 y 1000 vehículos, se requiere como mínimo un espesor de 6,0” de concreto asfáltico.

Por otro lado, también nos indica equivalencias de concreto asfáltico a capas granulares tal y como se indica enseguida.

**1” DE CONCRETO ASFALTICO = 2” DE BASE HIDRÁULICA**

Tomando como referencia lo anteriormente descrito, se propone la distribución siguiente para ajustar los 6” mínimos requeridos por el método, mediante la distribución siguiente:

3.0” para la carpeta de concreto asfáltico ----- 7.6 cm  
 3.0” para la base hidráulica = 6” ----- 15.0 cm

por consiguiente y por procedimiento constructivo, el pavimento obtenido mediante este método es:

**CARPETA ASFALTICA ----- 8,0 cm.**  
**BASE HIDRÁULICA ----- 15,0 cm.**

**C) MÉTODO AASHTO**

DATOS:

Adicionalmente a los datos de entrada para el presente diseño indicados en el inciso A de este documento, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

ÍNDICE DE SERVICIO INICIAL ----- 4,2  
 ÍNDICE DE SERVICIO FINAL ----- 2,5  
 DIFERENCIA DE LOS INDICES DE SERVICIO ----- 1.7  
 FACTOR DE EQUIVALENCIA DE LA CARPETA ASFÁLTICA (a<sub>1</sub>) - ----- 0,44  
 FACTOR DE EQUIVALENCIA DE LA BASE HID. (a<sub>2</sub>) ----- 0,14  
 MODULO DE RESILENCIA DE LA S/R ----- 16,000 psi  
 MODULO DE RESILENCIA DE LA BH ----- 32,000psi  
 PARAMETRO DE CONFIABILIDAD ----- 90%  
 DESVIACION ESTÁNDAR GLOBAL ----- 0,45  
 COEFICIENTE DE DRENAJE PARA LA BH ----- 1,00

Con relación al TDPA, al periodo de diseño y a la tasa de crecimiento anual descritos arriba y mediante el auxilio de la tabla de factores de equivalencia de carga (Anexo III-AHS), obtenemos la suma de ejes equivalentes, ilustrada en el anexo IV-AHS, que de acuerdo a las operaciones realizadas, se obtuvo:

**W18 = 7’ 358,157**

Tomando como base los valores de MR de la sub-rasante, así como los de la suma de ejes (W18) indicada, la desviación estándar y el nivel de confiabilidad y mediante el auxilio del nomograma ( Anexo V-AHS), obtenemos el número estructural (SN), por lo tanto:

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

**SN = 3.6”**

El método AASHTO nos indica que el pavimento a construir debe ser:

**Carpeta de Concreto Asfáltico ----- 6.0 cm.**

**Base asfáltica -----10.0 cm.**

**Base Hidráulica ----- 16.0 cm.**

En el cuadro siguiente se ilustra un resumen de los tres métodos con un promedio de los mismos.

CAPA	ESPEJOR CM.		
	MÉTODO		
	DISPAV-5	I. ASFALTO	AASHTO
<b>CARPETA ASFALTICA</b>	7.0	8.0	6.0
<b>BASE ASFALTICA</b>	10.0	X	10.0
<b>BASE HIDRAULICA</b>	20.0	15,0	16.0

Tabla II.14

Como se puede observar, la estructura de pavimento obtenida por el método Dispav-5 es más conservadora, implicando con ello una vida de servicio mayor.

Por lo anterior y por procedimiento constructivo considera conveniente la colocación del pavimento como se describe a continuación:

**Carpeta Asfáltica ----- 7,0 cm.**

**Base Asfáltica -----10.0 cm.**

**Base Hidráulica ----- 20,0 cm.**

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS

TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES  
PAVIMENTOS

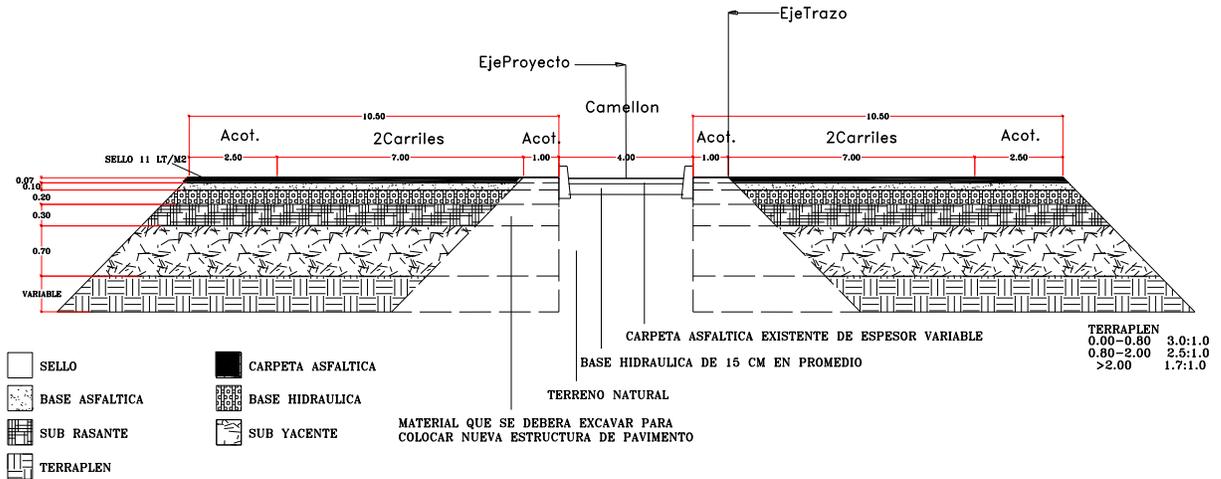


Figura II.8.-Sección Estructural

TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

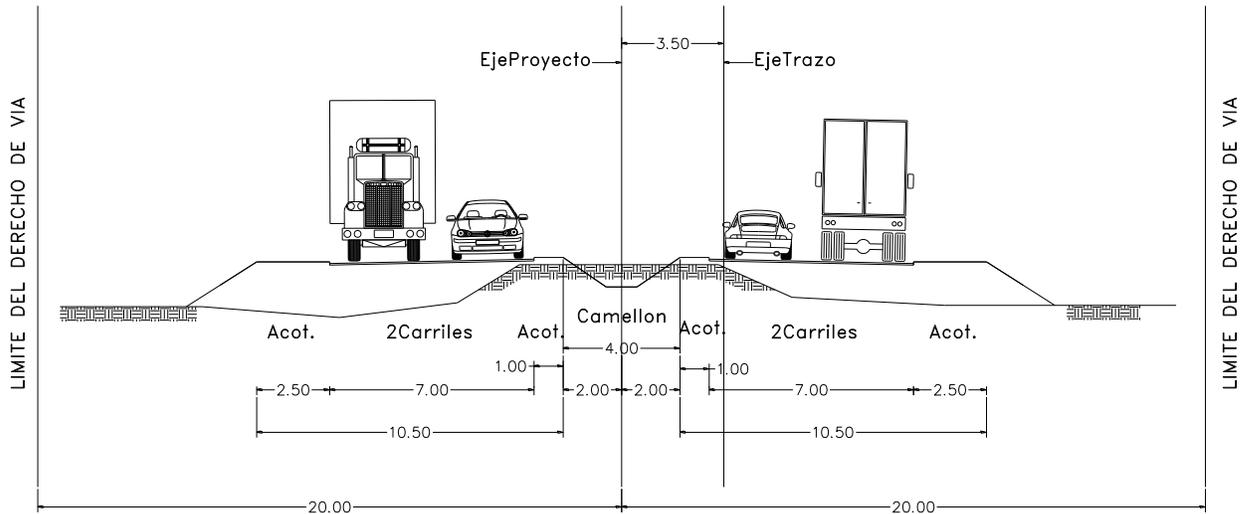


Figura II.9.-Sección Tipo

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

Con el objeto de alojar las terracerías y cuerpo del pavimento para a ampliación y modernización de la carretera, se recomienda despallar y abrir caja hasta encontrar el terreno firme.

Retirar la totalidad del material arcilloso (capa vegetal) hasta llegar al segundo estrato.

Al terreno de desplante descubierto, aplicarle compactación hasta alcanzar como mínimo el 90% de su MVSM, obtenida en la prueba AASHTO estándar.

Cuando el terreno de desplante ha alcanzado el grado de compactación especificado se procederá a la construcción del cuerpo de Terraplén formándose este en capas no mayores de 0,30 m. compactadas al 90±2% de acuerdo a la prueba AASHTO estándar. Cuerpo que se deberá construir hasta alcanzar el nivel que indiquen las curvas respectivas y que permitan alojar las capas de Sub-Yacente, Sub-Rasante y el cuerpo de pavimento obtenido en el presente proyecto.

Las características físicas del material a emplearse en la construcción del terraplén, deberán ser las indicadas en las Normas de Construcción de la SCT (N.CMT.1.01/02), de las cuales se indican en el siguiente cuadro:

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Limite Liquido (% Máx.)	50
Valor Soporte de California (CBR) %, Min.	5,0
Expansión (% Máx.)	5,0
Grado de Compactación	90 ± 2

Tabla II.15

**La Sub-Yacente deberá ser** una vez que el cuerpo del terraplén ha alcanzado el nivel requerido, se deberá colocar la capa Subyacente con el espesor mínimo de 0,70 m., compactándose esta capa al grado que se indica en el cuadro siguiente (en base a la prueba AASHTO Estándar), mismo en el cual se describen las características de calidad requeridas en las Normas de Construcción de la SCT (N.CMT.1.02/02).

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Limite Liquido (% Máx.)	50
Valor Soporte de California (CBR) %, Min.	10
Expansión (% Máx.)	3,0
Grado de Compactación	95 ± 2

Tabla II.16

Nota: Los 70 cms. de la capa sub-yacente, se deberá construir en sub-capas no mayores de 30,0 cm.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

**La capa Sub-rasante** deberá construirse con un espesor mínimo de 0,30 m. Compactándose como mínimo al  $100 \pm 2\%$  de su PVSM obtenido de acuerdo a la prueba AASHTO Estándar, empleando material que reúna las características físicas de calidad indicadas en las Normas de Construcción de la SCT (N.CMT.1.03/02). las cuales se indican en la tabla siguiente:

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Tamaño Máximo del Agregado (mm.)	76
Limite Liquido (% Máx.)	40
Índice Plástico (% Máx.)	12
Valor Soporte de California (CBR) %, Min.	20
Expansión (% Máx.)	2,0
Grado de Compactación (%)	$100 \pm 2$

Tabla II.17

LA BASE HIDRÁULICA. Una vez que la capa de sub-rasante ha alcanzado la compactación indicada en el párrafo anterior, se procederá a construir la capa de base hidráulica con el espesor de 20.0 cm. obtenido en el presente diseño. Capa que deberá compactarse al 100% de su peso volumétrico seco máximo obtenido de la prueba AASHTO modificada (5 capas).

Las características de calidad que debe cumplir el material para la presente capa serán las que a continuación se describen:

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Tamaño Máximo del Agregado (mm.)	38
Limite Liquido (% Máx.)	30
Equivalente de arena (% Mínimo)	50
Valor Soporte de California (CBR) %, Min.	100
Expansión (% Máx.)	2,0
Grado de Compactación (%)	$100 \pm 2$

Tabla II.18

La composición granulométrica deberá estar comprendida dentro de alguna de las zonas descritas a continuación preferentemente se recomienda que se aloje en la zona N° 2: y la tendencia de dicha sea de ascendencia gradual.

<b>Malla No.</b>	<b>% que pasa</b>
------------------	-------------------

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

ZONA	1	2	3
2”	100		
1 ½”	70 – 100		
1”	58 – 100	100	
¾”	51 – 85	85 – 100	
3/8”	40 – 66	66 – 100	100
4	30 – 50	50 – 79	79 – 100
10	21 – 38	38 – 60	60 – 100
20	14 – 27	27 – 48	48 – 90
40	10 – 20	20 – 38	38 – 70
60	9 – 17	17 – 30	30 – 55
100	8 – 13	13 – 24	24 – 41
200	5 - 10	10 – 19	19 - 26

Tabla II.19

**RIEGOS ASFALTICOS**

**RIEGO DE IMPREGNACION:** Cuando la capa de Base Hidráulica ha alcanzado el grado de compactación especificado, deberá eliminarse toda materia extraña (basura, materia orgánica etc.) para posteriormente aplicar el riego de impregnación con el producto asfáltico denominado emulsión asfáltica para impregnación con una dosificación aproximada de 1,5 lts/m<sup>2</sup>, y una penetración de cuatro (4) milímetros (N.CTR.CAR.1.04.004/15)

**RIEGO DE LIGA:** Una vez que el riego de impregnación ha adquirido una consistencia uniforme y previa a la colocación de la base asfáltica, se deberá aplicar un riego de liga con emulsión asfáltica a razón de 0,7lts/m<sup>2</sup>. Aproximadamente.

Los materiales a emplearse en los riegos asfálticos deberán ser algunos de los especificados en la Normativa de la SCT (N.CTM.4.05.001/06, inciso B).

**CARPETA Y BASE ASFALTICA**

**BASE ASFALTICA**

Después de haberse aplicado los riegos asfálticos, se deberá construir la capa de base asfáltica con el espesor de 10.0 cm. obtenido del diseño de pavimento indicado anteriormente en este documento. Capa que deberá compactarse al 95% de su Masa Volumétrica Máxima obtenido de la prueba Marshall.

El material pétreo para la elaboración de la mezcla asfáltica deberá ser 100% producto de trituración y reunir los requisitos de calidad especificados en las Normas de construcción de la SCT (N.CMT.4.04/08) los cuales se muestran en la tabla siguiente:

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Densidad Relativa (Min.)	2,40
Desgaste Los Ángeles (% Máx.)	40
Partículas Alargadas y Lajeadas (% Máx.)	35
Equivalente de Arena (% Min.)	50
Afinidad por el método de desprendimiento por fricción (% Max.)	25

Tabla II.20

La granulometría deberá estar dentro de los parámetros especificados a continuación, preferentemente dentro de la zona 2:

<b>Malla No.</b>	<b>% que pasa</b>	
	<b>1</b>	<b>2</b>
<i>Zona</i>		
2”	100	
1 ½”	100	
1”	90 – 100	
¾”	75 – 100	
½”	55 – 100	
⅜”	42 – 100	
¼”	30 – 85	
4	22 – 70	100
10	10 – 27	27 – 90
20	5 – 15	15 – 65
40	3 – 12	12 – 46
60	2 – 8	8 – 34
100	1 – 7	7 – 27
200	0 - 5	5 - 15

Tabla II.21

La mezcla asfáltica deberá cumplir los requisitos de calidad especificados por la SCT para un tipo de camino A4, mismos que se ilustran en las siguientes tablas.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>VALOR</b>
<i>Nº DE GOLPES POR CADA CARA DE LA PROBETA MARSHALL</i>	25
<i>ESTABILIDAD (KG)</i>	700
<i>FLUJO (mm)</i>	2 – 4
<i>VACIOS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA ( %)</i>	3 – 5
<i>VALOR DE AGREGADO MINERAL % MÍN ( VAM)</i>	14.0

Tabla II.22

**CARPETA ASFALTICA**

Una vez construida la base asfáltica, se deberá colocar la capa de carpeta asfáltica con el espesor de 7.0 cm. obtenido del diseño de pavimento indicado anteriormente en este documento. Capa que deberá compactarse al 95% de su peso volumétrico máximo obtenido de la prueba Marshall.

Nota: si la carpeta se construye inmediatamente después de la base asfáltica, no requiere riego de liga, si se construye después de 24 horas se deberá aplicar el riego de liga con una dosificación aproximada de 0.3 L/M<sup>2</sup>.

La granulometría deberá estar comprendida dentro de los parámetros siguientes:

<b>Malla No.</b>	<b>% que pasa</b>
1 “	100
3/4”	90 – 100
1/2”	74 – 100
3/8”	65 – 100
1/4”	54 – 82
4	48 – 70
10	32 – 49
20	22 – 33
40	17 – 26
60	12 – 20
100	9 – 17
200	6 - 10

Tabla II.23

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS

Las temperaturas de mezclado de los agregados para mezcla en caliente, dependerán del tipo de cemento asfáltico que se utilice, las cuales pueden ser las indicadas en el cuadro siguiente:

<b>TIPO DE CEMENTO ASFALTICO</b>	<b>TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)</b>
AC – 5	120 – 145
AC – 10	120 – 155
AC – 20	130 – 160
AC – 30	130 - 165

Tabla II.24

**NORMAS**

N-CMT-4-05-001/05

**TABLA 5.- Requisitos de calidad para cemento asfáltico clasificado por viscosidad dinámica a 60°C**

<b>Características</b>	<b>Clasificación</b>			
	<b>AC-5</b>	<b>AC-10</b>	<b>AC-20</b>	<b>AC-30</b>
<b>Del cemento asfáltico original:</b>				
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	200 ± 40 (2 000 ± 400)	300 ± 60 (3 000 ± 600)
Viscosidad cinemática a 135°C; mm <sup>2</sup> /s, mínimo (1 mm <sup>2</sup> /s = 1 centistoke)	175	250	300	350
Viscosidad Saybolt-Furol a 135 °C; s, mínimo	80	110	120	150
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm, mínimo	140	80	60	50
Punto de inflamación Cleveland; °C, mínimo	177	219	232	232
Solubilidad; %, mínimo	99	99	99	99
Punto de reblandecimiento; °C	37 - 43	45 - 52	48 - 56	50 - 58
<b>Del residuo de la prueba de la película delgada:</b>				
Pérdida por calentamiento; %, máximo	1	0,5	0,5	0,5
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> ), máximo	200 (2 000)	400 (4 000)	800 (8 000)	1 200 (12 000)
Ductilidad a 25°C y 5 cm/min; cm, mínimo	100	75	50	40
Penetración retenida a 25 °C; %, mínimo	46	50	54	58

[1] Poises

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

**RIEGO DE SELLO**

Después de haberse colocado la carpeta asfáltica y con objeto de proporcionar rugosidad a la capa y evitar la permeabilidad de dicha carpeta, se deberá colocar un tratamiento superficial denominado riego de sello tipo 3-A, el cual está constituido por agregado pétreo con tamaño máximo de 1/2” y deberá cumplir con los requisitos de calidad especificados en las normas de construcción para la infraestructura del transporte de la SCT (N.CTM.4.04/08). Características que se enuncian enseguida:

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION
PRUEBA DE DESGASTE LOS ANGELES (% MAX)	30
INTEMPERISMO ACELERADO (%MAX)	12
FORMA DE LA PARTICULA (%MAX) ALARGADAS Y LAJEADAS	35

Tabla II.25

La granulometría deberá estar comprendida dentro de los parámetros siguientes:

MALLA N°	PORCIENTO QUE PASA LA MALLA
1/2”	100
3/8”	95 MIN
N° 4	5 MAX
N° 10	0

Tabla II.26

Material que se deberá colocar con una dosificación aproximada de 9 a 11 Lts/m<sup>2</sup> y con un riego de liga con emulsión asfáltica con una dosificación aproximada de 1.5Lt/M<sup>2</sup>.

**RECOMENDACIONES**

- I. Para la construcción de la base y/o la carpeta asfáltica, con objeto de proteger los riegos asfálticos a la acción del tránsito de los vehículos de la empresa constructora (extendedora y camiones transportistas de la mezcla asfáltica), se recomienda aplicar un manto ligero con mezcla asfáltica (similar a la que se emplee en la carpeta).
- II. Los grados de compactación solicitados en las diversas capas a construir, deberán ser de acuerdo a la prueba AASHTO estándar y/o modificada de acuerdo al tipo de capa (terracerías o cuerpo de pavimento).

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

- III. Para la construcción de la capa de carpeta y la base asfáltica, se recomienda que para el inicio de la compactación las temperaturas deben ser en función de lo que arroje la gráfica de temperatura VS Viscosidad del Cemento Asfáltico que se utilice en la elaboración de la mezcla asfáltica (mezcla elaborada en planta), que en forma aproximada se recomiendan 130°C.
- IV. La durabilidad o buen estado físico de un pavimento se logra mediante el funcionamiento de un drenaje o sub-drenaje apropiado, por tal motivo, se recomienda la construcción de tales obras.
- V. En general, los procedimientos de Construcción así como la calidad de materiales a emplearse en el proyecto de obra en cuestión, deberán apegarse a lo establecido en las Normas Generales de Construcción de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (N.CTR.CAR.1)
- VI. Se considera importante para la presente ampliación llevar a cabo un traslape adecuado en los escalones de liga para la formación de las capas de terracerías y pavimento de la ampliación, con objeto de evitar la formación de grieta longitudinal.

**II.3) Estudio de Drenaje**

De acuerdo con la planta, el perfil, las secciones transversales y los levantamientos realizados en campo, se da una relación de las obras proyectadas y que se consideraron necesarias para el proyecto.

No	ESTACION	TIPO DE OBRA	ESVIAJADA	NOTAS
1	30+382.40	LC 2.00 X 1.00 m	ESV 36°10' DER	SUSTITUCION DE OBRA
2	30+900.00	TC 1.50 m Ø	NORMAL	OBRA DE ALIVIO
3	31+264.95	LC 5.00 X 3.00 m	NORMAL	SUSTITUCION DE OBRA
4	32+000.00	LC 1.50 X 1.00 m	ESV 30°00' IZQ	OBRA DE ALIVIO
5	32+572.57	LC 1.50 X 1.00 m	NORMAL	SUSTITUCION DE OBRA
6	32+840.00	LC 1.50 X 1.00 m	NORMAL	OBRA DE ALIVIO
7	33+576.66	LC 2.00 X 1.00 m	NORMAL	SUSTITUCION DE OBRA
8	34+200.93	LC 2.00 X 1.00 m	NORMAL	SUSTITUCION DE OBRA
9	34+940.00	LC 2.00 X 1.00 m	NORMAL	OBRA DE ALIVIO

Tabla II.15.-Relación de Obras Menores Proyectadas

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

**NOTAS:**

- El proyecto consiste en la ampliación y modernización del camino existente de la carretera Fed. 120 San Juan del Río – Xilitla, en el tramo, Tequisquiapan – Ezequiel Montes, a un camino tipo A4, con un ancho de corona de 25.00 m.
- El estudio del presente tramo se desarrolla en un terreno de lomerío, las áreas por drenar se obtuvieron de cartas de I.N.E.G.I escala 1:50,000, por el tipo de terreno y por la zona en la que se desarrolla el proyecto se utilizó un coeficiente de escurrimiento de  $C = 0.2$  el cual se aplicó en la fórmula de Tálbot para obtener las áreas hidráulicas necesarias con las que se proyectaron las obras de drenaje menor de este tramo. Las áreas por drenar se indican en la hoja del estudio de la subrasante mínima.
- A continuación se describen las obras propuestas para este tramo:
- En km 30+382.40 Se tiene una obra existente de tubo de concreto el cual se reemplazara por una losa de concreto de 2.00 x 1.00 m, la obra se encuentra esviada en  $36^{\circ}10'$  a la der. Y drena un área aproximada de 71.50 Has.
- En km 30+900.00 se propone obra de alivio de tubo de concreto de 1.50 m de  $\emptyset$ , que drena un área aproximada de 10 Has.
- En km 31+264.95, se tiene una obra actual consistente en una boveda de mampostería de R= 1.30 m, el cual será sustituido por una losa de concreto de 5.00 x 3.00 m, debido a que aguas arriba de la obra como a 30 m, se encuentra en estancamiento del agua por medio de un muro bajo de aproximadamente 1.00 m de alto, cuya cuenca si es considerable, de acuerdo a la carta de 5000 Has aprox., pero de escurrimiento muy bajo, por lo que se determinó que la obra propuesta es suficiente en caso de desbordamiento,
- Esta obra tendrá un paso de agua al centro de la obra, centro del camellón, que colectará los escurrimientos de la zona central del camino a la obra propuesta, esta consideración queda a juicio del Ing. Residente de la obra, en caso de no tomarse en cuenta esta consideración, la obra se construirá continua.
- En km 32+000.00 se propone obra de alivio consistente en una losa de concreto de 1.50 x 1.00 m, la cual drena un área aproximada de 30.00 Has.
- En km 32+572.57 se tiene una obra existente de tubo de concreto de 0.90 m de  $\emptyset$ . Esta obra se sustituirá por una losa de concreto de 1.50 x 1.00 m.
- En km 32+840.00 se propone obra de alivio consistente en una losa de concreto de 1.50 x 1.00 m.
- En km 33+576.66, se tiene una obra existente de losa de concreto de 1.35 x 0.70 m, la cual será sustituida por una losa de concreto de 2.00 x 1.00 m,

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

- La obra existente en km 34+200.93, consiste en un tubo de concreto de 0.90 m de Ø, el cual se sustituirá por una losa de concreto de 2.00 x 1.00 m,
- Del km 31+063.25 al km 31+383.42, se encuentra en zona de curva, drenando el agua a la obra en km 31+264.95 de LC de 5.00 x 3.00 m, por lo que debido a las sobreelevaciones de la zona, el escurrimiento de la carpeta del lado izquierdo drena hacia el camellón central, por lo que en este tramo, se propone construir una cuneta de dimensiones especificadas según planos, con un volumen aproximado en 320.00 m de 115.20 m<sup>3</sup>, en caso de modificar las medidas de la cuneta central, los volúmenes también variarán.
- Para la prolongación de las obras existentes se demolerán sus aleros quedando la adaptación a juicio del Ing. Residente.
- Las excavaciones son aproximadas, las excavaciones reales se determinarán directamente en campo.
- Por ningún motivo deberán construirse lavaderos sobre los cabezotes y muros de las obras, debido a que el escurrimiento que drenan socavaría la base del desplante de estas.
- Queda a juicio del Ing. Residente construir a la salida de la obra un abanico que disperse y aleje el agua de las terracerías.
- En este tramo por encontrarse en una zona plana todos los bajos pequeños y que no requieren obras, se encauzaran por medio de canales o cunetas, hacia a las obras más cercanas haciendo los cortes y rellenos que sean necesarios no mayores de 1.00m.
- Los perfiles de las obras de drenaje cuyo registro no se incluye dentro de los levantamientos de campo, será porque se dedujo apoyándose de las secciones transversales de terreno y de la topografía, es decir, no existe. Para cada caso que de estos que se tenga, se reporta en dicho perfil de este proyecto.
- En algunos casos, por cuestión de diseño, fue necesario modificar el esviaje de las obras, de manera que si el esviaje de registro no es el mismo que el de diseño, éste se redujo para facilidad de proyecto y construcción, en este caso cuando se trate de escurrimientos, éstos se deberán rectificar con el nuevo esviaje.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO II ESTUDIOS PREVIOS**

DATOS GENERALES PARA EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS MENORES																
CARRETERA:		FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA							DE KM:		30+000.00					
TRAMO:		TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES							A KM:		35+200.00					
ALTERNATIVA:		AMPLIACION A 4 CARRILES							ORIGEN:		SAN JUAN DEL RIO, QRO.					
NUMERO	ESTACION	PROPUESTO POR BRIGADA				ACEPTADO						SUB-RAS. MIN.	ESVIAJADA	SENTIDO	NOTAS	
		FATIGA	TIPO	PLANTILLA		DATOS HID.			TIPO	PLANTILLA						
				DESP.	S %	A	C	AHN		DESP.	S%					
01	30+382.40	1.80	TC 0.90 m Ø			71.50	0.20	0.90	LC 2.00 X 1.00 m	1930.96	1.38	1932.58	ESV 36°10' DER	→	SUSTITUCION DE OBRA	
02	30+900.00	1.80				10.00	0.20	0.21	TC 1.50 m Ø	1926.64	3.55	1929.41	NORMAL	←	OBRA DE ALIVIO	
03	31+264.95	1.80	A 3.30 X 1.30 m			5000.00	0.20	21.79	LC 5.00 X 3.00	1917.54	1.75	1921.32	NORMAL	←	SUSTITUCION DE OBRA	
04	32+000.00	1.80				32.00	0.20	0.49	LC 1.50 X 1.00 m	1928.95	0.50	1930.40	ESV 30°00' IZQ	←	OBRA DE ALIVIO	
05	32+572.57	1.80	TC 0.90 m Ø			75.00	0.20	0.93	LC 1.50 X 1.00 m	1935.44	0.50	1936.88	NORMAL	←	SUSTITUCION DE OBRA	
06	32+840.00	1.80				65.00	0.20	0.84	LC 1.50 X 1.00 m	1939.42	0.60	1940.88	NORMAL	←	OBRA DE ALIVIO	
07	33+576.66	1.80	LC 1.35 X 0.70 m			66.00	0.20	0.85	LC 2.00 X 1.00 m	1949.43	0.50	1950.87	NORMAL	←	SUSTITUCION DE OBRA	
08	34+200.93	1.80	TC 0.90 m Ø			70.00	0.20	0.89	LC 2.00 X 1.00 m	1958.38	1.00	1960.42	NORMAL	←	SUSTITUCION DE OBRA	
09	34+940.00	1.80				65.00	0.20	0.84	LC 2.00 X 1.00 m	1965.28	0.39	1966.71	NORMAL	←	OBRA DE ALIVIO	

Tabla II.16.-Datos Generales para el Proyecto de Estructuras Menores

**CAPACIDADES DE CARGA SUGERIDOS**

CH-CD	ARCILLA	5 TON/M
SM	ARENA	10 TON/M
GU	GRAVA	15 TON/M
ROCA	ROCA	20 TON/M

Tabla 11.17.- Capacidades de Carga Sugeridos

Es muy importante que los datos de subrasante mínima sean entregados al proyectista geométrico para definir el proyecto de SUBRASANTE, ya que esta subrasante mínima nos proporciona datos de elevaciones por donde debemos pasar nuestro alineamiento vertical, pues contiene una relación de obras menores y obras mayores como puentes. En nuestro caso solo tenemos obras menores.

## CAPITULO III.-PROYECTO DE SUB-RASANTE

Objetivo.- Proponer las características geométricas que se adecuan para el mejor funcionamiento del camino.

### III.1) Generalidades

El costo de construcción, parte integrante de los costos en que se basa la evaluación de un camino, está gobernado por los movimientos de terracerías. Esto implica una serie de estudios que permitan tener la certeza de que los movimientos a realizar sean los más económicos, dentro de los requerimientos que el tipo de camino fija.

#### “LA SUB-RASANTE”

Para el proyecto de subrasante nos basamos en el **libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Título 2.01.01 Carreteras**. También para definir las características geométricas de las secciones en sobreelevación, sobre ancho en curvas horizontales entre otros.

Al iniciarse el estudio de la sub-rasante en un tramo se deben analizar los siguientes puntos que definirán el proyecto:

- Alineamiento Horizontal.
- Perfil longitudinal
- Secciones Transversales del terreno
- Datos de calidad de los materiales
- Elevaciones mínimas requeridas para dar cabida a las estructuras.

La sub-rasante económica es aquella que ocasiona el menor costo de la obra, durante la construcción, operación y conservación del camino.

Sin embargo se encontrará la sub-rasante económica determinándola únicamente por el costo de construcción, por ser este concepto el que generalmente presenta variaciones sensibles. Bajo este aspecto, para el proyecto de la sub-rasante económica hay que tomar en cuenta que:

1. La sub-rasante debe cumplir con las especificaciones de proyecto geométrico dadas.
2. En general, el alineamiento horizontal es definitivo, pues todos los problemas inherentes a él han sido previstos en la fase de anteproyecto. Sin embargo habrá casos en que se requiera modificar localmente.
3. La sub-rasante a proyectar debe permitir alojar las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel y su elevación debe ser la necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación o humedad excesiva en el terreno natural.

### III.2) Alineamiento Vertical

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. A este eje se le conoce en dicho alineamiento como línea subrasante.

Los elementos que integran son:

- Tangentes
- Curvas

#### TANGENTES.

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente, se representa como  $T_v$ . La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina PIV y a la diferencia algebraica de pendientes en ese punto se le representa por la letra A.

- A. Pendiente gobernadora.- Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno; la mejor pendiente gobernadora para cada caso, será aquella que al conjugar esos conceptos, permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación. Sirve de norma reguladora a la serie de pendientes que se deban proyectar para ajustarse en lo posible al terreno. Los valores máximos determinados para la pendiente gobernadora se indican en la tabla (004-2) pag. 23 (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Título 2.01.01 Carreteras**) para los diferentes tipos de carretera y terreno. Para este proyecto se determinó una pendiente gobernadora del 4.00%.
- B. Pendiente máxima.- Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Queda determinada por el volumen y la composición del tránsito previsto y la configuración del terreno. Los valores determinados para pendiente máxima se indica en la tabla (004-2) pag. 23 (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Título 2.01.01 Carreteras**) para los diferentes tipos de carretera y terreno. Para este proyecto se determinó una pendiente máxima de 6.00%.

La pendiente máxima se empleará cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos locales tales como cantiles, fallas y zonas inestables, siempre que no se rebase la longitud crítica.

- C. Pendiente mínima.- se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula; en los cortes se recomienda 0.5% mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas; en ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial en la zona podrá llevar a aumentar esa pendiente mínima.
- D. Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical. Es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

previamente establecido. Los elementos que intervienen para la determinación de la longitud crítica de una tangente son fundamentalmente el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito. Los valores de la longitud crítica de las tangentes verticales con pendientes mayores que la gobernadora, se obtendrán de la gráfica mostrada en la figura (004.4) pág. 24 (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Titulo 2.01.01 Carreteras**). Para este trabajo se consideró una longitud critica de 290 m. para una pendiente de 5.98% que fue la máxima obtenida en el proyecto de rasante.

El vehículo con su relación peso/potencia, define características de operación que determinan la velocidad con que es capaz de recorrer una pendiente dada. La configuración del terreno impone condiciones al proyecto que, desde un punto de vista económico obliga a la utilización de pendientes que reducen la velocidad de los vehículos pesados y hacen que estos interfieran con los vehículos ligeros. El volumen y la composición del transito son los elementos primordiales para el estudio económico del tramo, ya que los costos de operación depende básicamente de ellos.

TABLA 004-2 VALORES MAXIMOS DE LAS PENDIENTES GOBERNADORA Y DE LAS PENDIENTES MAXIMAS.

CARRETERA TIPO	PENDIENTE GOBERNADORA (%)			PENDIENTE MAXIMA (%)		
	TIPO DE TERRENO			TIPO DE TERRENO		
	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
E	-	7	9	7	10	13
D	-	6	8	6	9	12
C	-	5	6	5	7	8
B	-	4	5	4	6	7
A	-	3	4	4	5	6

24

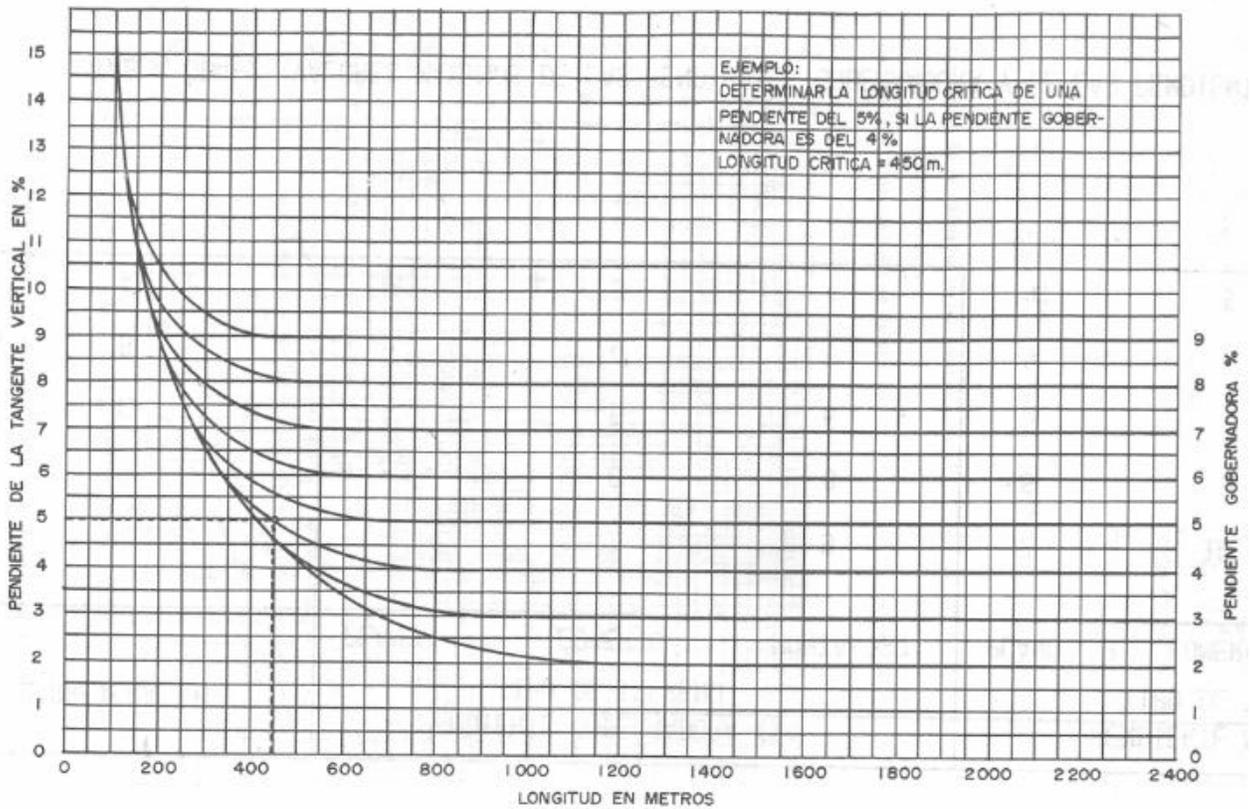


FIG. 004.4 LONGITUD CRITICA DE TANGENTES VERTICALES CON PENDIENTE MAYOR QUE LA GOBERNADORA

## CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectuó el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida.

Deben dar por resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de está, se representa como PCV y como PTV el punto común de la tangente y la curva al final de esta.

Las curvas verticales pueden tener concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de curvas en columpio o en cresta respectivamente.

Curvas verticales en Cresta (fig. III.01).- Para que las curvas verticales en cresta cumplan con la distancia de visibilidad necesaria su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K, que se obtiene de la expresión:

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE

$$K = \frac{D^2}{2(\sqrt{H} + \sqrt{h})^2}$$

En donde:

D= Distancia de visibilidad, en metros.

H= Altura del ojo del conductor (1.14m).

h= Altura del objeto (0.15 m.).

Curvas Verticales en Columpio (fig. III.02).- Para que las curvas verticales en columpio cumplan con la distancia de visibilidad necesaria, su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K que se obtiene con la expresión:

$$K = \frac{D^2}{2(TD + H)}$$

En donde:

D= Distancia de visibilidad, en metros.

T= Pendiente del haz luminoso de los faros (0.0175).

H= Altura de los faros (0.61 m).

Requisitos de visibilidad:

1.-La distancia de visibilidad de parada deberá proporcionarse en todas las curvas verticales, este requisito esta tomado en cuenta en el valor del parámetro K especificado en la tabla (004-3) pág. 26 (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Titulo 2.01.01 Carreteras**).

2.- La distancia de visibilidad de encuentro deberá proporcionarse en las curvas verticales en cresta de las carreteras tipo “E”; tal y como se especifica en la tabla (004-3) pág. 26 (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Titulo 2.01.01 Carreteras**).

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	VALORES DEL PARAMENTO K(m/%)			LONGITUD ACEPTABLE	MINIMA (m)
	CURVAS EN CRESTA		CURVAS EN COLUMPIO		
	CARRETERA E	T I P O D, C, B, A	CARRETERA T I P O E, D, C, B, A		
30	4	3	4	20	
40	7	4	7	30	
50	12	8	10	30	
60	23	14	15	40	
70	36	20	20	40	
80	-	31	25	50	
90	-	43	31	50	
100	-	57	37	60	
110	-	72	43	60	

TABLA 004-3 VALORES MINIMOS DEL PARAMENTO K Y DE LA LONGITUD MINIMA ACEPTABLE DE LAS CURVAS VERTICALES.

Curvas Verticales.- Las curvas verticales serán parábolas de eje vertical y están definidas por su longitud y por la diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales que unen. Los elementos que las caracterizan se muestran en la figura III.03.

Longitud mínima:

La longitud mínima de las curvas verticales se calculará con la expresión:

$$L=KA$$

En donde:

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

K= Parámetro de la curva cuyo valor mínimo se especifica en la tabla (004-3) pág. 26 (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Título 2.01.01 Carreteras**).

A= Diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en metros.

La longitud mínima de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a lo indicado en la tabla (004-3) pág. 26 y a la mostrada en las figuras (004.6) y (004.7) Págs. 29 y 30, (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Título 2.01.01 Carreteras**).

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

29

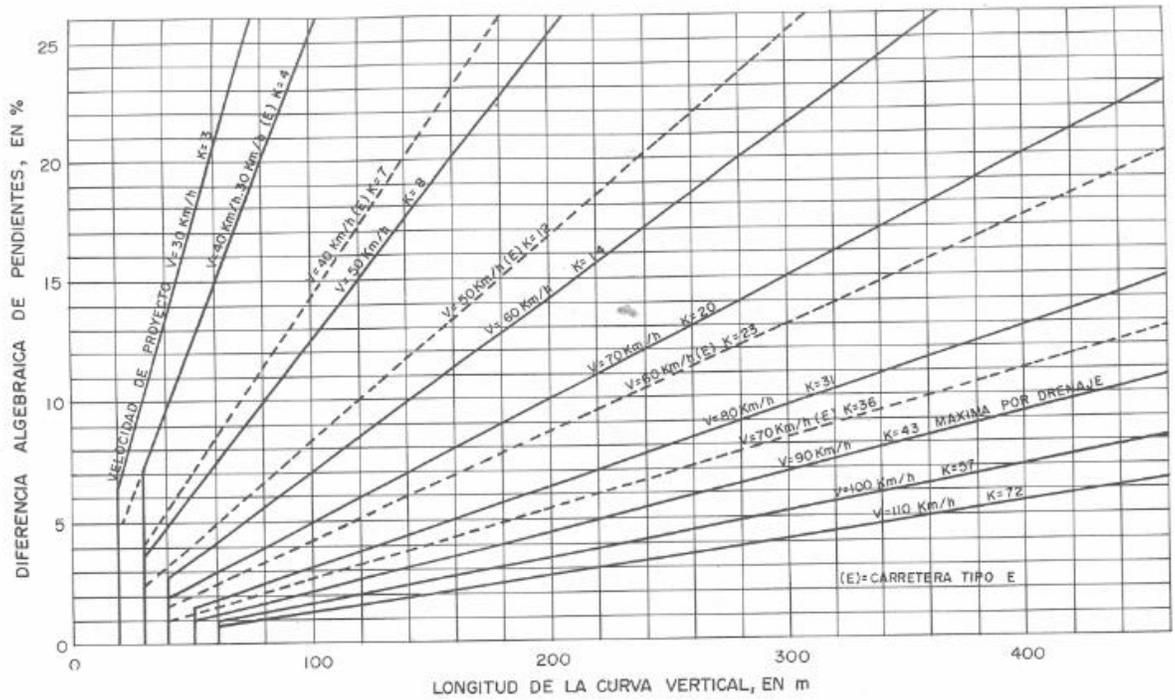
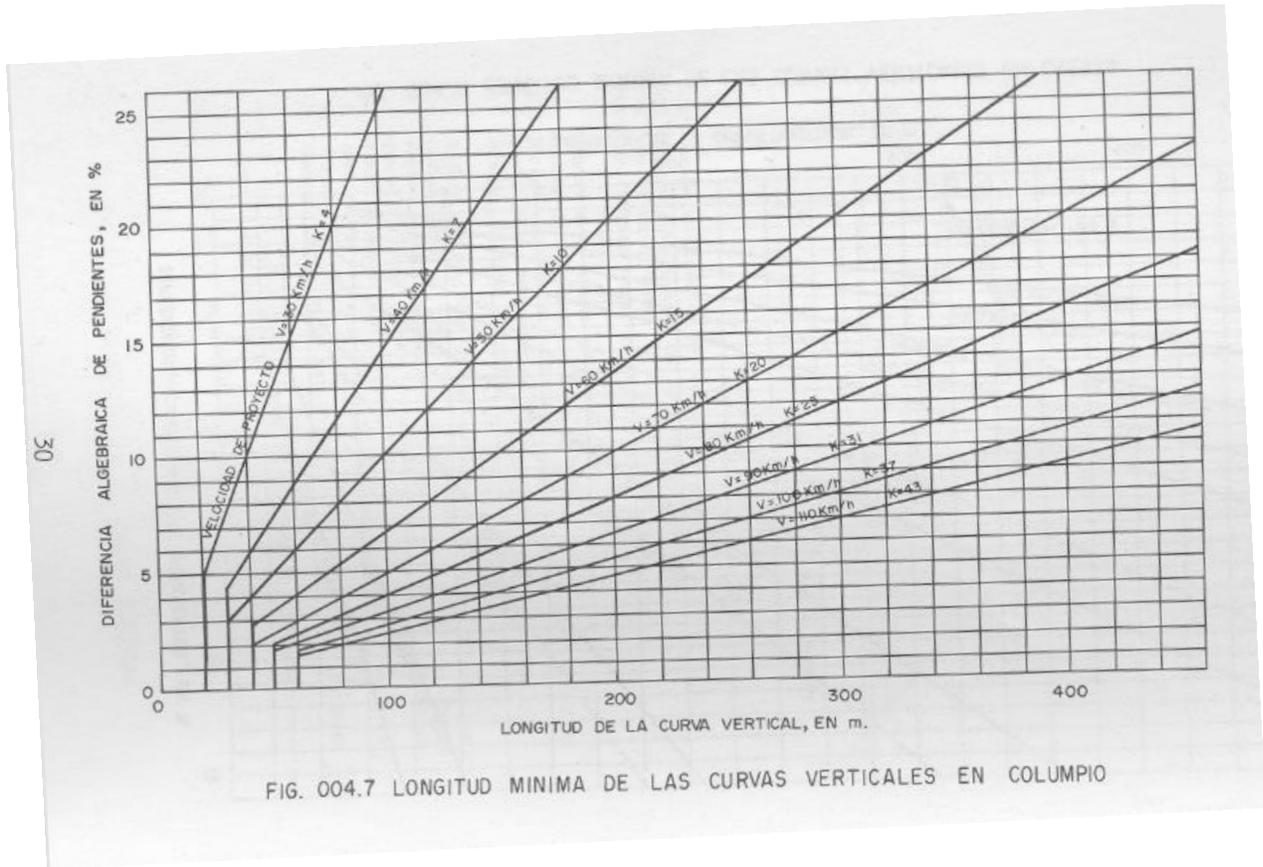


FIG. 004.6 LONGITUD MINIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN CRESTA

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**



Longitud máxima.- No existirá límite de longitud máxima para las curvas verticales. En el caso de curvas verticales en cresta con pendiente de entrada y salida de signos contrarios, se deberá revisar el drenaje cuando a la longitud de la curva proyectada corresponda un valor del parámetro K superior a 43.

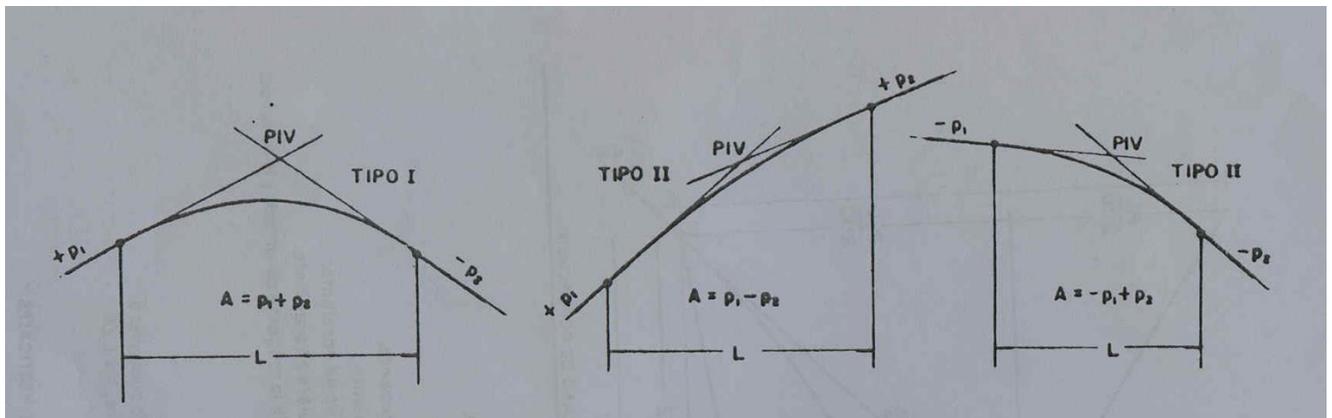


Figura III.01.-Curvas verticales en cresta

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE

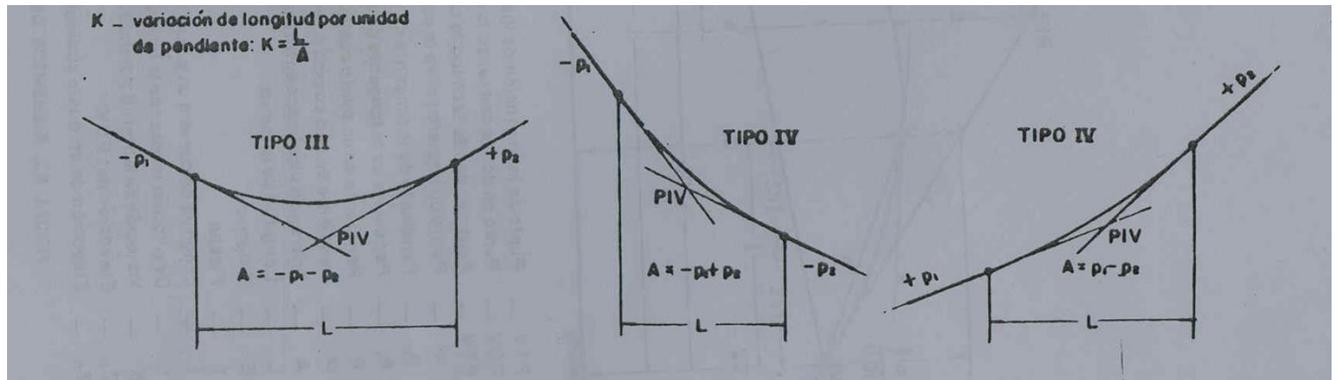


Figura III.02.-Curvas verticales en columpio

- P1- Pendiente de entrada
- P2.- Pendiente de salida
- A.- Diferencia de pendientes
- L.- Longitud de la curva
- K.- Variación de longitud por unidad de pendiente  $K = L/A$

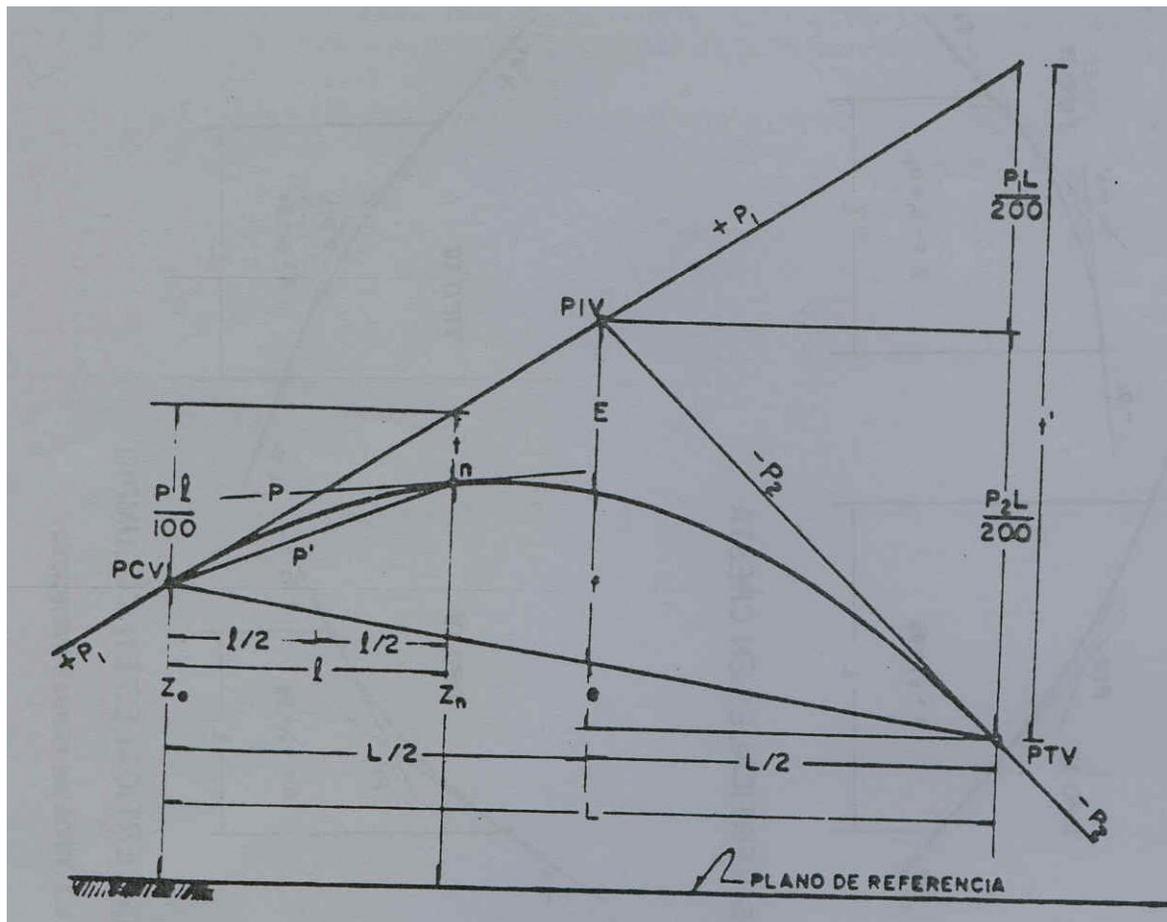


Figura III.03.-Elementos de las curvas verticales

- PIV.- Punto de intersección de las tangentes.
- PCV.- Punto en donde comienza la curva vertical
- PTV.- Punto en donde termina la curva vertical
- n.- Punto cualquiera sobre la curva.
- P1.- Pendiente de la tangente de entrada en por ciento
- P2.- Pendiente de la tangente de salida en por ciento
- P.- Pendiente en un punto cualquiera de la curva en por ciento.
- P´.-Pendiente de una cuerda a un punto cualquiera en por ciento
- A.- Diferencia algebraica entre las pendientes de la tangente de entrada y salida
- L.- Longitud de la curva
- E.- Externa
- f.- Flecha
- l.- Longitud de curva a un punto cualquiera
- t.- Desviación respecto a la tangente de un punto cualquiera
- K.- variación de longitud por unidad de pendiente,  $K=L/A$
- Zo.- Elevación del PCV
- Zn.- Elevación de un punto cualquiera.

Para este tramo en estudio se presenta el alineamiento vertical calculando la longitud mínima de curva vertical para cada uno de los PIV`s utilizando un parámetro K para un tipo de carretera A4 y una velocidad de proyecto de 90 K.P.H.  $K=43$  en cresta y  $K=31$  en columpio. (Tabla III.01).

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

**P R O C E S O E L E C T R O N I C O**

Camino	: FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA	Hoja No.:	2
Tramo	: TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES	Proyectista:	SIISA, S.A. DE C.V.
Subtramo	: TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES	Archivo:	CM1109c1
Alternativa	: AMPLIACION A 4 CARRILES	Fecha:	12-13-2008
Origen	: SAN JUAN DEL RIO, QRO.	Hora:	13:09:20

ALINEAMIENTO VERTICAL

ALINEAMIENTO No 1

PCV CAD/ELV	PIV CAD/ELV	PTV CAD/ELV	L. CURVA	PENDIENTE DE SALIDA	TV LIBRE
29715.000 1916.78	29715.00 1916.78	29715.000 1916.78	0.00	2.00 ‰	435.00
30150.000 1925.49	30240.00 1927.30	30330.000 1930.87	180.00	3.97 ‰	135.00
30465.000 1936.24	30675.00 1944.59	30885.000 1932.03	420.00	-5.98 ‰	40.00
30925.000 1929.64	30995.00 1925.46	31065.000 1924.41	140.00	-1.49 ‰	110.00
31175.000 1922.77	31285.00 1921.13	31395.000 1922.58	220.00	1.32 ‰	335.00
31730.000 1926.95	31780.00 1927.64	31830.000 1928.25	100.00	1.21 ‰	700.00
32530.000 1936.71	32580.00 1937.31	32630.000 1937.96	100.00	1.29 ‰	220.00
32850.000 1940.80	32900.00 1941.45	32950.000 1942.14	100.00	1.39 ‰	800.00
33750.000 1953.23	33800.00 1953.92	33850.000 1954.64	100.00	1.45 ‰	365.00
34215.000 1959.93	34255.00 1960.51	34295.000 1960.92	80.00	1.03 ‰	315.00
34610.000 1964.17	34690.00 1964.99	34770.000 1965.52	160.00	0.66 ‰	190.00
34960.000 1966.77	35000.00 1967.03	35040.000 1967.20	80.00	0.44 ‰	160.01
35200.010 1967.90	35200.01 1967.90	35200.010 1967.90			

NOTA: EL DESMONTE Y EL DESPALME SE LLEVARAN A CABO EXCLUSIVAMENTE ENTRE LOS CEROS --- PUNTOS E DE ESTE LISTADO ---

Tabla III.01.- Alineamiento Vertical

### III.3) Sección Transversal

La sección de construcción de un camino en un punto cualquiera de este es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural ver figuras (004.9) Págs. 33 (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Título 2.01.01 Carreteras**).

Los elementos que la integran y definen son:

- la corona
- la subcorona
- las cunetas
- contracunetas
- los taludes
- partes complementarias



Figura 004.9 Sección transversal en tangente del alineamiento horizontal

La corona: está definida por la calzada (7.00 m x 2.00) y los acotamientos (2.50 m exterior y 1.00 m interior) con su pendiente transversal, y en su caso, la faja separadora que para este caso es de 4.00 m.

- a) Pendiente transversal.- es la pendiente que se da a la corona normal a su eje de acuerdo a:
  - Bombeo
  - Sobreelevación
  - Transición del bombeo a la sobreelevación
- b) Calzada
- c) Acotamientos

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

En tangentes del alineamiento horizontal el ancho de la corona para cada tipo de carretera y de terreno, deberá ser el especificado en la tabla (004-4) pág. 34 (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Título 2.01.01 Carreteras**). Para nuestro presente trabajo tipo de carretera A4, anchos de: corona de 25.00 m esto debido a que se aprobó un acotamiento exterior de 2.50 m en lugar de 3.00 m como lo marca esta norma, calzada de 2 x 7.00 m, acotamiento exterior aprobado por la SCT de 2.50 m, acotamiento interior de 1.00 m y faja separadora central de 4.00 m., tal como lo muestra la sección tipo aprobada.

TIPO DE CARRETERA	ANCHOS DE					
	CORDONA (m)	CALZADA (m)	ACOTAMIENTOS (m)		FAJA SEPARADORA CENTRAL (m)	
E	4.00	4.00	-		-	
D	6.00	6.00	-		-	
C	7.00	6.00	0.50		-	
B	9.00	7.00	1.00		-	
A	(A2)	12.00	7.00		2.50	
	(A4)	22.00 mínimo	2 x 7.00	EXT 3.00	INT 0.50 *	1.00 mínimo
	(A4S)	2 x 11.00	2 x 7.00	3.00	1.00	8.00 mínimo

\* Deberá prolongarse la carpeta hasta la guarnición

TABLA 004-4 ANCHOS DE CORONA, DE CALZADA, DE ACOTAMIENTOS Y DE LA FAJA SEPARADORA CENTRAL

NORMAS DE SERVICIOS TÉCNICOS

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

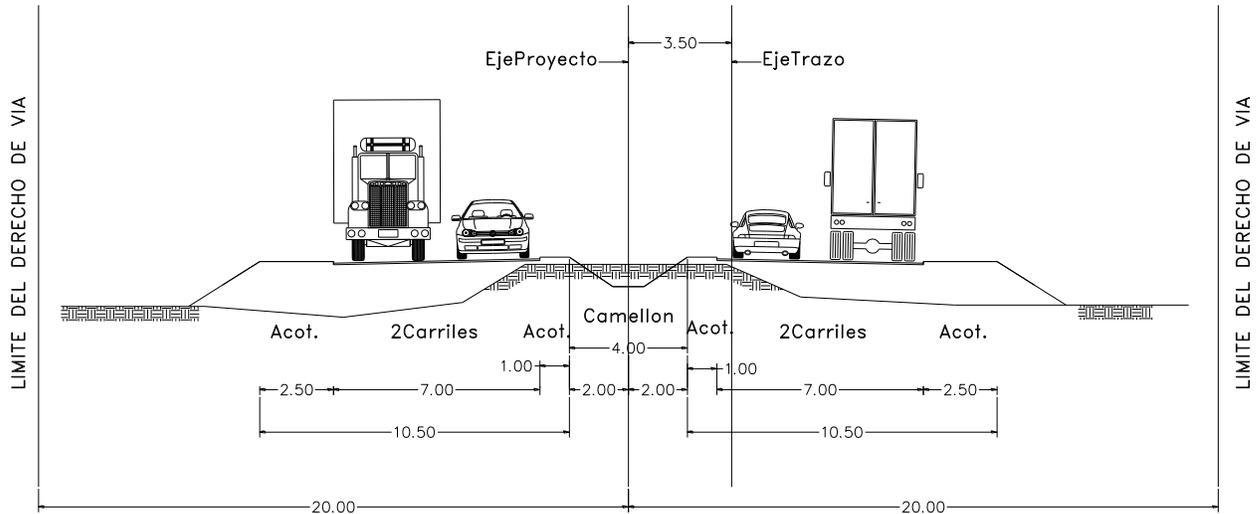


Figura III.04.-Sección Tipo Aprobada

En curvas y transiciones del alineamiento horizontal el ancho de la corona deberá ser la suma de los anchos de la calzada, de los acotamientos y en su caso, de la faja separadora central.

Calzada.- El ancho de la calzada deberá ser:

- En tangente del alineamiento horizontal, el especificado en la tabla (004-4) Pág. 34 (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Título 2.01.01 Carreteras**).
- En curvas circulares del alineamiento horizontal, el ancho en tangente más una ampliación en el lado interior de la curva circular, cuyo valor para el tipo de carretera en estudio se especifica en la tabla 004-8 pág. 40 (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Título 2.01.01 Carreteras**).
- Pendiente transversal.- En tangentes del alineamiento horizontal el bombeo de la corona deberá ser para este tipo de camino "A4" de menos dos por ciento (-2%) de acuerdo al (**libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Título 2.01.01 Carreteras**).

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

NORMAS DE SERVICIOS TÉCNICOS

VELOCIDAD	70				80				90				100				110									
	Gc	Rc	Ac		Sc	Le		Ac		Sc	Le		Ac		Sc	Le		Ac		Sc	Le					
			A4S	A4		A4S	A4	A4S	A4		A4S	A4	A4S	A4		A4S	A4	A4S	A4		A4S	A4				
0° 15'	4583.68	0	20	20	39	67	0	20	20	45	75	0	30	20	50	86	0	30	20	56	95	0	30	20	62	105
0° 30'	2291.84	20	30	20	39	67	20	30	20	45	76	20	40	20	50	86	20	40	23	56	95	20	50	27	62	105
0° 45'	1527.89	20	40	20	39	67	20	40	23	45	76	30	50	28	50	86	30	60	34	56	95	30	60	40	62	105
1° 00'	1145.92	20	50	25	39	67	30	50	30	45	76	30	60	36	50	86	30	70	45	56	95	30	70	52	62	105
1° 15'	916.14	30	50	30	39	67	30	60	37	45	78	40	60	45	50	86	40	70	55	56	95	40	80	63	62	105
1° 30'	763.94	30	60	35	39	67	30	60	44	45	78	40	70	53	50	86	40	80	64	56	95	40	90	73	64	109
1° 45'	684.81	30	60	41	39	67	40	70	50	45	76	40	80	61	50	86	40	90	73	58	99	50	100	81	71	121
2° 00'	572.96	30	70	46	39	67	40	80	57	45	76	40	90	67	50	86	50	90	81	65	110	50	100	89	78	133
2° 15'	509.30	40	80	51	39	67	40	90	62	45	76	50	100	73	53	89	50	100	87	70	118	60	110	94	83	141
2° 30'	458.37	40	80	55	39	67	50	90	73	47	79	50	110	79	57	97	60	110	92	74	125	60	120	98	86	147
2° 45'	416.70	40	80	60	39	67	50	100	77	49	84	60	110	84	60	103	60	110	96	77	131	60	120	100	88	150
3° 00'	381.97	50	90	64	39	67	50	100	81	52	88	60	120	92	66	113	60	130	100	80	136					
3° 15'	352.59	50	90	67	39	67	50	110	81	52	88	60	120	92	66	113	60	130	100	80	136					
3° 30'	327.40	50	100	71	40	68	60	110	85	54	92	60	120	96	69	118										
3° 45'	305.68	50	110	75	42	71	60	120	88	56	96	60	130	98	71	120										
4° 00'	286.48	50	110	78	44	74	60	120	91	58	99	70	130	99	71	121										
4° 15'	269.63	60	110	81	45	77	60	130	94	60	102	70	140	100	72	122										
4° 30'	254.65	60	120	84	47	80	70	130	96	61	104															
4° 45'	241.25	60	120	87	49	83	70	140	97	62	106															
5° 00'	229.18	60	130	89	50	85	70	140	99	63	108															
5° 15'	218.27	60	130	91	51	87	60	140	100	63	108															
5° 30'	208.35	70	140	93	52	89	80	150	100	64	109															
5° 45'	199.29	70	140	95	53	90																				
6° 00'	190.99	70	150	96	54	91																				
6° 15'	183.35	70	150	97	54	92																				
6° 30'	176.29	80	160	98	55	93																				
6° 45'	169.77	80	160	99	55	94																				
7° 00'	163.70	80	160	99	55	94																				
7° 15'	158.06	80	160	100	56	95																				
7° 30'	152.79	80	170	100	56	95																				

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición, en metros.

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usarán transiciones mixtas)

Notas:—Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.  
A4S—Dos carriles en cada cuerpo (cuerpos separados) con el eje de proyecto en el centro de cada calzada.  
A4—Cuatro carriles en un solo cuerpo, con el eje de proyecto coincidiendo con el eje geométrico.

**TABLA 004-8 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPO A (A4S Y A4)**

**“TRANSICIÓN DEL BOMBEO A LA SOBREELEVACION”<sup>1</sup>**

En el alineamiento horizontal al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requiere cambiar la pendiente de la corona, desde el bombeo hasta la sobreelevación correspondiente a la

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

curva, este cambio se hace gradualmente, este cambio se realiza sobre la longitud de la espiral o en las tangentes continuas a la curva cuando esta no tiene espirales de transición.

Las transiciones se pueden introducir hasta un cincuenta por ciento dentro de la curva siempre que la tercera parte de la longitud de la curva quede con la sobreelevación completa.

La longitud mínima de la tangente entre dos curvas circulares de sentido contrario sin espirales de transición debe ser igual a la semisuma de las longitudes de transición de las dos curvas.

Para el cálculo de sobreelevaciones de este proyecto se consideró el desarrollo de la sobreelevación y la ampliación descrita en el **libro 2 Normas de Servicios Técnicos /Parte 2.01 Proyecto Geométrico/Título 2.01.01 Carreteras, pág. 42, fig. 004.10**. Se muestran los resultados en la tabla (III.02.-Calculo de Ampliaciones y Sobreelevaciones)

Vamos a desarrollar el cálculo de las sobreelevaciones y ampliaciones.

Primero identificamos el grado de curvatura de la curva en este caso es:  $G_c=2^{\circ}00'24''$

Velocidad= 90 k.p.h.

De acuerdo a la tabla 004-8 le corresponde una sobreelevación máxima  $S_c= 6.6 \%$

Una  $A_c= 80$  cm.

$L_e= 50$

Con estos datos procedemos a calcular el desarrollo de la sobreelevación y la ampliación de la curva, que de acuerdo con la figura 004-10 tenemos que:

**Para el cálculo de las sobreelevación y ampliación**

$b= 2.00\%$

$N= (b/S_c) L_e$

$N=(2.00/6.6)(50)$

$N=15.15$

Calculo de la sección “B”

Se toma como referencia en cadenamamiento del  $PC=31+088.25$  y tomando un  $\frac{1}{2}$  de  $L_e$  de transición tal como lo muestra el diagrama de la figura 004.10 se tiene:

$Cad\ en\ B = Cad\ del\ PC - \frac{1}{2}(L_e)$

$Cad\ en\ B = 31+088.25 - 25$

$Cad\ en\ B = 31+063.25$

Por lo tanto el cadenamamiento en la sección en  $B=31+063.25$  con  $S_{izq}= 0\%$  y  $S_{c\ der} -2.00\%$

Con la referencia de la sección B, se calcula la sección en A esto es:

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

$$\text{Cad en A} = \text{Cad en B} - N$$

$$\text{Cad en A} = 31+063.25 - 15.15$$

$$\text{Cad en A} = 31+048.10$$

Por lo tanto el cadenamiento en la sección A = 31+048.10 con S izq= -2.00% y S der=-2.00%

Con referencia de la sección en B, se calcula la sección en C esto es:

$$\text{Cad en C} = \text{Cad en B} + N$$

$$\text{Cad en C} = 31+063.25 + 15.15$$

$$\text{Cad en C} = 31+078.40$$

Se calcula su ampliación de la siguiente manera:

$$AN = (b/S_c) A_c$$

$$AN = (2.00/6.60) * 0.80$$

$$AN = 0.24 \text{ m}$$

Por lo tanto el cadenamiento en la sección C = 31+078.40 con S izq=2.00%, S der=-2.00% y A<sub>c</sub> der= 0.24m.

Para la sección en E se tiene que:

$$\text{Cad en E} = \text{Cad en B} + L_e$$

$$\text{Cad en E} = 31+063.25 + 50$$

$$\text{Cad en E} = 31+113.25$$

Por lo tanto el cadenamiento en la sección E = 31+113.25 con S izq=6.60%, S der=-6.60% y A<sub>c</sub> der= 0.80m.

Para el cálculo de una sobreelevación y una ampliación en un punto cualquiera de la transición se emplearán las siguientes formulas:

$$S = (L/L_e) S_c \dots \dots \text{ Para el cálculo de una sobreelevación.}$$

$$A = (L/L_e) A_c \dots \dots \text{ Para el cálculo de una ampliación.}$$

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

Una vez calculando la sobreelevación y ampliación de cada una de las secciones en la transición de entrada (Le), se calculan en la transición de salida (Le) y se presenta una tabla de resumen de los resultados obtenidos, como se muestra en la tabla III.02.-Cálculo de ampliaciones y sobreelevaciones.

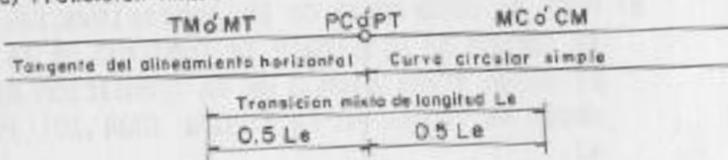
		<b>SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA</b> <b>CENTRO S.C.T.</b> <b>”ESTADO DE QUERETARO”</b>					
<b>CALCULO DE AMPLIACIONES Y SOBRE ELEVACIONES</b>							
CARRETERA: <b>FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA</b>				DEL Km: <b>30+000.00</b>		AL Km: <b>35+200.00</b>	
TRAMO: <b>TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES</b>				ORIGEN: <b>SAN JUAN DEL RIO, QRO.</b>			
SUB-TRAMO: <b>TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES</b>							
Datos	Num. Curva	Punto	Km	S izq.	S der.	Ac izq.	Ac. Der.
Ac	<b>0.40</b>	<b>001</b>	<b>A</b>	<b>31+048.10</b>	-2.0%	-2.0%	
Sc	6.60	Vel Proy	<b>B</b>	<b>31+063.25</b>	0.0%	-2.0%	0.00
Le	<b>50</b>	90Km/hr	<b>C</b>	<b>31+078.40</b>	2.0%	-2.0%	0.00
b	2.00		<b>PC</b>	<b>31+088.25</b>	3.3%	-3.3%	0.00
PC	<b>31+088.246335</b>		<b>SMAX E</b>	<b>31+333.43</b>	6.6%	-6.6%	0.00
PT	<b>31+358.425363</b>		<b>SMAX E</b>	<b>31+113.25</b>	6.6%	-6.6%	0.00
N=(b/Smax)*Le	15.15		<b>PT</b>	<b>31+358.43</b>	3.3%	-3.3%	0.00
1/3 LC	90.06		<b>C</b>	<b>31+368.27</b>	2.0%	-2.0%	0.00
L Smax	220.18		<b>B</b>	<b>31+383.43</b>	0.0%	-2.0%	0.00
			<b>A</b>	<b>31+398.58</b>	-2.0%	-2.0%	0.00

Tabla III.02.- Cálculo de Ampliaciones y Sobreelevaciones

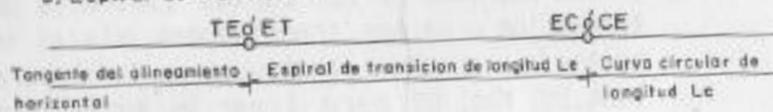
NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS

LOCALIZACION RELATIVA DE LAS TRANSICIONES

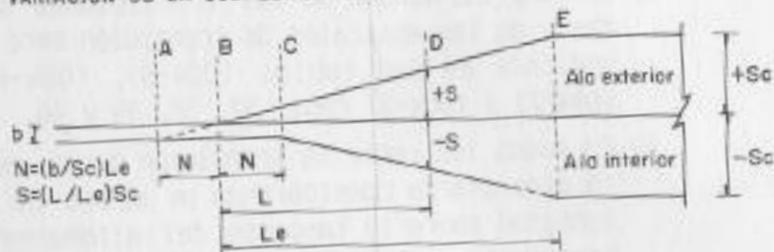
a) Transición mixta



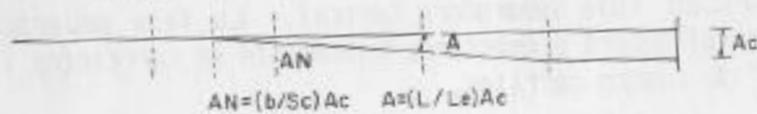
b) Espiral de transición



VARIACION DE LA SOBREELEVACION



VARIACION DE LA AMPLIACION



SECCIONES TRANSVERSALES

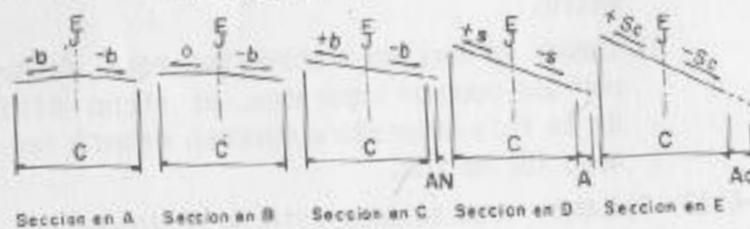


FIG.004.10 DESARROLLO DE LA SOBREELEVACION Y LA AMPLIACION

### **“ACOTAMIENTOS”<sup>1</sup>**

Son las fajas continuas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino. Sus características son:

- Dar seguridad al usuario, al proporcionarle un ancho adicional fuera de la calzada.
- Proteger contra la humedad y erosiones a la calzada
- Mejorar la visibilidad en curvas.
- Facilita los trabajos de conservación
- Dar una mejor apariencia al camino

### **“CUNETAS Y CONTRACUNETAS”<sup>1</sup>**

Las cunetas y contracunetas son obras de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en la sección transversal.

Las cunetas son zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno o a ambos lados de la corona contiguas a los hombros con el objeto de recibir en ellas el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.

Normalmente la cuneta tiene sección triangular con un ancho de 1.00 m. Medido horizontalmente del hombro de la corona al fondo de la cuneta; su talud es generalmente de 3:1.

Cuando los caminos no se pavimentan inmediatamente después de construidas las terracerías es necesario proyectar una cuneta provisional para drenar la subcorona.

Contracunetas son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de ceros de un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural. Se construyen perpendiculares a la pendiente máxima del terreno con el fin de lograr una intercepción eficiente del escurrimiento posible por la configuración del terreno y por las características geotécnicas de los materiales que lo forman.

### **“TALUDES”<sup>1</sup>**

Es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente.

En terraplenes el valor común empleado es de 1.5 pero vamos a tomar los valores que se presentaron en el estudio geotécnico en el capítulo II de este trabajo. En cortes debido al tipo de material es indispensable el estudio que se realizó para este proyecto que se vio en el capítulo II de este trabajo. Pero si no se contara con algún estudio geotécnico y para fines de un anteproyecto se recomiendan taludes para diferentes tipos de materiales, ver la siguiente relación:

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

Dada la experiencia de estudios efectuados a los diversos materiales se tiene los siguientes taludes.

Tipo de Material	Talud Recomendable		Observaciones
	Hasta 8 m.	De 8 m. A 16 m.	
Granito sano y masivo	1/4 : 1	1/4 : 1	Descopetar a 3/4 :1 la parte intemperizada si la hay.
Granito sano, en bloque	1/2 : 1	3/4 : 1	Amacizar taludes según la disposición de los bloques.
Granito sano, fracturado	1/2 : 1	1/2 : 1	No se considera recomendable la construcción de berma en el cambio de talud. El talud recomendable variará de acuerdo con las disposición relativa de las diaclasas respecto al talud.
Granito fracturado y poco alterado.	1/2 : 1	1/2 : 1	Si el fracturamiento es uniforme y favorable
	3/4 : 1	3/4 : 1	Si no es favorable
	1/2 : 1	3/4 : 1	Si el fracturamiento es más intenso en la superior del corte.
Granito totalmente intemperizado (tucuruquay)	1/2 : 1	3/4 : 1	Si el producto de intemperización del granito es arena gruesa bien cementada y compacta
	3/4 : 1	1. : 1	Si el producto de intemperización es arena limosa o arcillosa con poca cementación y compacidad.
Dioritas			Mismo comportamiento que los granitos.
Riolitas fracturadas en grandes bloques con sistemas de fracturamiento principal. Horizontal y verticalmente (columnar)	1/4 : 1	1/2 : 1	No es adecuada la construcción de bermas.
Andesita fracturada en grandes bloques	1/4 : 1	1/4 . 1	Si las fracturas no contiene arcilla
	1/2 : 1	3/4 : 1	Si las fracturas contienen arcilla
			Estas recomendaciones pueden variar notablemente dependiendo de la posición relativa de los planos de adiaclamamiento respecto al talud.
Andesita Fracturada y poco alterada	1/4 : 1	1/2 :1	
Andesita Fracturada y muy intemperizada	1/2 : 1	3/4 . 1	

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

Tipo de Material	Talud Recomendable		Observaciones
	Hasta 8 m. De 8 m. A 16 m.		
Diabasa sana, poco fracturada.	1/8 : 1	1/4 : 1	
Basalto columnar	1/8 : 1	1/4 : 1	El que den las columnas generalmente es vertical
Basalto fracturado, sano	1/4 : 1	1/4 : 1	Si el sistema de fracturamiento es favorable al talud Descopetar a 1/2 : 1 la parte superior del corte si el fracturamiento es muy intenso. Estas recomendaciones pueden variar notablemente dependiendo de la posición relativa de los planos de adiaclamamiento respecto al talud.
Basalto fracturado en bloque de todos los tamaños (mal país)	1/2 : 1 3/4 : 1	3/4 : 1 3/4 : 1	Si esta empacado en arcillas
Basalto muy fracturado y alterado	1/2 : 1	1/2 : 1	
Derrames basálticos intercalados con piroclásticas y tezontles	3/4 : 1	1. : 1	Conviene la construcción de banquetta de 4m al pie de talud para recibir desprendimientos.
Tezontle suave bien cementado	1/4 : 1	1/2 : 1	
Tezontle sano fragmentario	3/4 : 1	1. : 1	
Tezontle intemperizado	3/4 : 1	3/4 : 1	
Tobas andesíticas, riolíticas o basálticas, sanas y fuertemente cementadas.	1/4 : 1	1/4 : 1	Si presentan fracturamiento columnar deberá darse la inclinación de dichas columnas. Deberá tenerse especial cuidado para no usar explosivos en exceso.
	1/4 : 1	3/4 : 1	Si esta intemperizadas en la parte superior del corte.
Tobas brechoides medianamente cementadas	1/4 : 1	1/4 : 1	Un solo talud para cortes menores de 16 m.
Tobas debilmente cementadas	3/4 : 1	1. : 1	
Lutita dura y resistente, con echado casi horizontal, poco fracturada.	1/4 : 1	1/4 : 1	Construir contracunetas impermeables si se requiriesen. Estos taludes recomendados pueden variar notablemente de acuerdo con la posición relativa de planos de sedimentación respecto al plano del talud.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

Tipo de Material	Talud Recomendable		Observaciones
	Hasta 8 m.	De 8 m. A 16 m.	
	1/4 : 1	1/2 : 1	Si la parte superior del corte se encuentra más fracturada. requieriesen. Estos taludes recomendados pueden variar notablemente de acuerdo con la posición relativa de planos de sedimentación respecto al plano del talud.
Areniscas fuertemente cementadas	1/8 : 1	1/8 : 1	
Areniscas debilmente cementadas	1/2 : 1	3/4 : 1	
Conglomerado brechoide bien cementado con matriz silicosa	1/8 : 1	1/8 : 1	
Conglomerados cementados con matriz calcica	1/4 : 1	1/4 : 1	
Conglomerado pobremente cementado o con matriz arcillosa	1/2 : 1	3/4 : 1	
Caliza fracturada con echados casi horizontales	1/8 : 1	1/8 : 1	Descopetar a 1/2 : 1 la parte superior del corte si el fracturamiento es muy intenso. Estos taludes recomendados pueden variar notablemente de acuerdo con la posición relativa de planos de sedimentación respecto al plano del talud.
Caliza muy fracturada, caverosa y poca alterada	1/2 : 1	3/4 : 1	
Pizarras con planos de apizarramiento de 5 a 10 cm de separación, con echados casi horizontales	1/4 : 1	1/2 : 1	Se aconseja la construcción de contracunetas impermeables si estas son necesarias
Aglomerados mediante compactos	3/4 : 1	3/4 : 1	
Arenas limosas pumiticas y vidrios volcanicos (jales)	3/4 : 1	1. : 1	Protección de taludes inmediata "tepes", cunetas y contracunetas impermeabilizadas.
Limos arenosos muy compactos (tepetates)	1/4 : 1	1/2 : 1	
Arcillas pocas arenosas firmes (homogéneas)	1/2 : 1	1/2 : 1 a 3/4 : 1	
Arcillas muy suaves expansivas y compresibles.	1. : 1	1.5 : 1	Si existe nivel freático se requerirá buen subdrenaje.

<sup>1</sup> SCT(1991) Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. 4ta Reimpresión México Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO III PROYECTO DE SUB-RASANTE**

Caolín producto de alteración de dioritas.

1. : 1

Cubrir con "tepes" el talud. Altura máxima de corte 8 m. Si existe nivel freático se requerirá buen subdrenaje.

## CAPITULO IV.- PROYECTO DE TERRACERIAS

### **Objetivo.- Interpretar los resultados obtenidos en el programa de curva masa.**

Con la información obtenida del anteproyecto, de los estudios topográficos, de los estudios geotécnicos, del diseño de pavimentos, del análisis del proyecto de subrasante; se procede a capturar esta información en cada apartado correspondiente del programa de curva masa que la Secretaria de Comunicaciones y Transporte facilita a la empresa proyectista.

Es por eso que este capítulo trata de explicar la codificación de estos datos paso por paso y lograr su procesamiento para la obtención de los resultados a lo que le llamamos Proceso Electrónico. Con la ayuda de este programa obtenemos con mayor rapidez los volúmenes de terraplenes, cortes, despalmes, tratamientos, compactaciones, etc., y comparándolo con un diagrama de masas que el mismo programa arroja podemos analizar si dichos materiales son compensados o no y así poder jugar con el alineamiento vertical hasta llegar a proyectar una rasante optima donde los movimientos queden totalmente compensados si es que no hay restricciones para mover esta rasante.

La idea del análisis de alineamiento vertical contra análisis de curva masa es gastar todas las alternativas para que nuestro proyecto sea el más económico y aprovechar a lo máximo los materiales producto de los cortes y como es el caso de nuestro proyecto tendremos prestamos de banco ya que estamos ampliando una carretera existente y tendremos faltantes de materiales por lo menos en las capas de subyacente y subrasante.

### **IV.1) Captura de Datos en el Programa de Curva Masa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.**

En este capítulo explicaremos la codificación o la captura de datos en el programa de curva masa proporcionado por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, así como también la interpretación de los resultados del proceso electrónico de este programa.

Los datos utilizables en el programa de computo “proyecto de curva masa “, contendrán los siguientes datos:

- -Datos generales del tramo.
- -Secciones trasversales de terreno.
- -Alineamiento vertical.
- -Ampliaciones y sobreelevaciones.
- -Geometría de las secciones de construcción.
- -Datos de cortes.
- -Datos de espesores y tratamientos.
- -Datos de terraplén.
- -Datos de bermas.
- -Datos de ordenada de curva masa.
- -Datos de muros.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

- -Datos adicionales de ampliaciones y sobreelevaciones para entronques.
- -Datos de supresiones.
- -Notas adicionales.
- -Datos de traslado de ejes.

Los nueve últimos, ordenadas, muros, supresiones, bermas, cambio en taludes, sobreelevaciones para entronques, documentación, tabulador y traslado del eje, son opcionales, según lo requiera el proyecto.

La selección del tipo de información que se va a capturar se puede realizar seleccionando el icono de la barra de herramientas en la pantalla principal o a través del menú de captura:

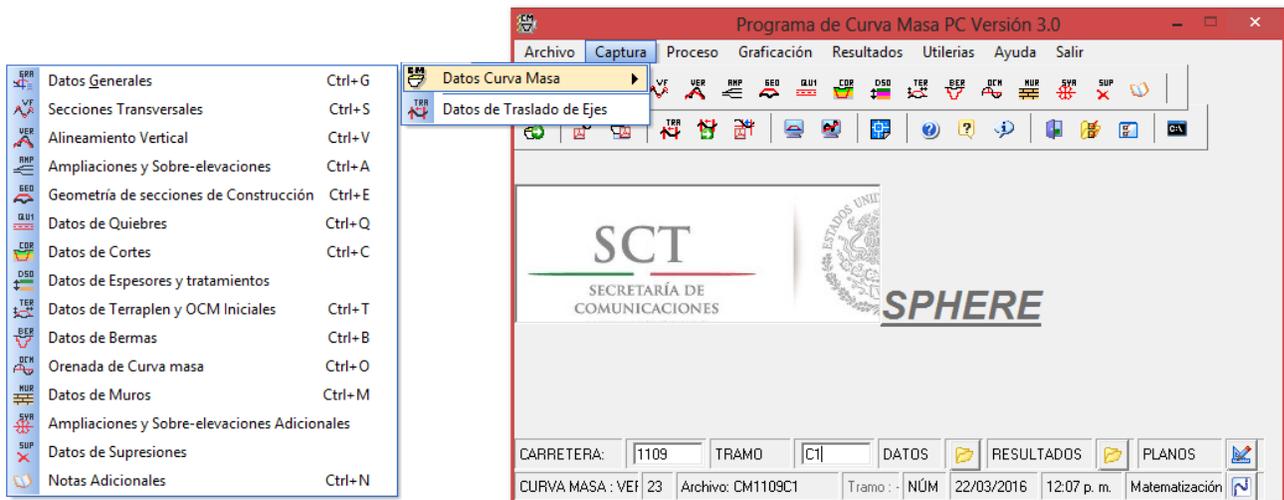


Figura IV.01.-Datos Utilizables en el Programa de Curva Masa

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

**Iconos de captura de datos**

Iconos de captura de datos

Icono	Descripción	Icono	Descripción
	Captura de datos generales		Captura de datos de terraplén
	Captura de secciones		Captura de datos de bermas
	Captura de alineamiento vertical		Captura de datos de ordenada de curva masa
	Captura de amp. Y sobre-elevaciones		Captura de datos de muros
	Captura de datos geométrico		Captura de sobre-elevaciones y amp. Adic. Para entronques
	Captura de datos de quiebres		Captura de datos de supresiones
	Captura de datos de los cortes		Captura de notas adicionales
	Captura de espesores y tratamientos		

Figura IV.02.-Iconos de la Captura de Datos

**Captura de datos generales**

En esta forma se especifican los datos generales del tramo a procesar, éstos son:

CAMPO	DESCRIPCION
CAMINO	Nombre del camino
TRAMO	Nombre del tramo del camino.
SUBTRAMO	Nombre del subtramo del camino
ALTERNATIVA	Nombre de la alternativa.
ORIGEN	Origen del camino.
PROYECTISTA	Nombre del proyectista o compañía encargada en realizar el proyecto de terracerías
ESTACIÓN INICIAL	Estación donde inicia el tramo de cálculo.
ESTACIÓN FINAL	Estación donde termina el tramo de cálculo.
TIPO CAMINO	DE Tipo de camino, según las especificaciones de proyecto marque el correspondiente (A4S, A4, A2, B, C, D, E).
TIPO CUNETAS	DE Esta puede ser provisional o definitiva, para especificarlo, se debe marcar la opción.
CLAVES	DE Indica si el tramo debe considerar las claves de supresión del área de

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

SUPRESIÓN		despalme, de todas las áreas y/o proyecto de semisección a partir del hombro de un camino existente; estas claves son codificadas en los puntos de la sección transversal de terreno.
ESPESOR SUBBASE BASE	DE +	Este es el espesor de revestimiento y debe especificarse en metros con aproximación al centímetro.
ZONA DE PRECIOS UNITARIOS		Indica la zona del tabulador de donde se tomarán los precios para aplicárseles a las correspondientes cantidades de obra generadas en el proceso. Se marca la casilla indicando la que corresponda (1, 1M, 2, 3, 4S, 4T, etc). Es opcional, si se indica se agregará en el reporte las cantidades de obra de terracerías con su importe.

Tabla IV.01.- Captura de Datos Generales

Figura IV.03.-Vista Digital de la Captura de Datos Generales

**Captura de Secciones Transversales**

Las secciones trasversales del terreno son definidas por puntos sobre el terreno natural, contenidos en un plano normal al eje y cuyo registro será por cambio en la topografía. Por cada sección del

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

terreno que se reporte se proyectará su correspondiente sección de construcción, por lo que la primera y la última determinan los límites del tramo de cálculo.

Se considera el eje de proyecto como el origen del sistema de referencia, se toman distancias y desniveles a cada lado del eje, tomando como negativas las distancias a la izquierda y positivas a la derecha; para desniveles, serán negativos los que se encuentren por debajo del eje de proyecto y positivos los que estén por arriba.

Para cada sección se especifica:

**ESTACIÓN** : Estación de la sección levantada

**ELEVACIÓN** : Elevación del terreno de la sección levantada (En metros con aproximación al centímetro)

Para cada punto se especifica:

**DISTANCIA** Distancia al eje (En metros con aproximación al centímetro).

**DESNIVEL** Desnivel del punto con respecto al eje (En metros con aproximación al centímetro).

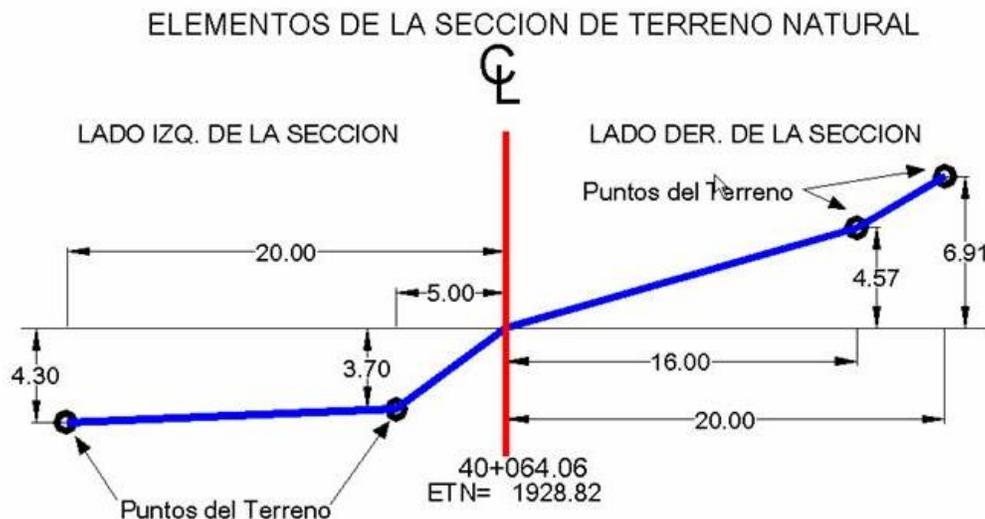


Figura IV.04.-Elementos de la Sección de Terreno Natural

En la figura anterior, la sección está formada por un total de 4 puntos, dos a la izquierda y dos a la derecha, los puntos de la izquierda se definen como (-20,-4.30) y (-5,-3.70); los puntos de la derecha se definen como (16,4.57) y (20,6.91) al momento de capturar los puntos no importa el orden en que se capturen, estos se ordenarán automáticamente, de tal manera que si nos falta insertar un punto, este se puede capturar al final de todos los DATOS y automáticamente se ordenara.



**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

Clave	Descripción
1	Significa que el punto (distancia, desnivel) es el hombro de un camino del que deseamos proyectar una ampliación, utilizando las terracerías existentes, y se proyecta 0.5m antes de este punto como se indica en la figura. Es necesario indicar a cada lado de la sección el hombro existente.
2	Punto para indicar supresión del área de despalme, desde el eje de proyecto hasta este punto de la semisección, puede ocurrir sólo para un lado o para ambos según convenga.
3	Punto para indicar supresión de todas las áreas, desde el eje de proyecto hasta este punto de la semisección, puede ocurrir sólo para un lado o para ambos según convenga.

Tabla IV.02.-Claves en los puntos Distancia-Desnivel

Para este trabajo se utilizó clave 2 cuando solo se suprimió el volumen de despalme en las terracerías existente y clave 3 donde se suprimieron todas las áreas en la parte central donde se alojará el camellón, esto es cuando solo ampliamos la corona existente sin tocar el camino actual.

**Captura de datos del alineamiento vertical**

En esta forma se describe el alineamiento vertical por medio de los puntos de inflexión vertical y longitudes de las curvas, el proyectista debe verificar la consistencia de estos datos, los cuales deberán cubrir todo el tramo de cálculo y no existir traslape de curvas.

Cada punto de inflexión vertical (PIV) se describirá con los siguientes datos:

ESTACIÓN DEL PIV

ELEVACION DEL PIV      En metros con aproximación al centímetro.

LONGITUD DE CURVA      Longitud de la curva vertical, en metros con aproximación al metro.

Restricciones:      Los PIV's inicial y final del alineamiento vertical deberán ser PIV sin curva (longitud de curva = 0)

Figura IV.06.- Plataforma digital de la captura del Alineamiento Vertical.

### Captura de datos de sobreelevaciones y ampliaciones

Para sobreelevaciones y ampliaciones, se deben codificar los siguientes datos:

CAMPO	DESCRIPCION
ESTACIÓN	Estación donde hay alguna variación en los valores de ampliaciones y sobreelevaciones.
SOBREELEVACION IZQUIERDA	Valor de la sobreelevación izquierda calculada para esta estación, se proporciona en porcentaje
SOBREELEVACION DERECHA	Valor de la sobreelevación derecha calculada para esta estación, se proporciona en porcentaje
AMPLIACION IZQUIERDA	Valor de la ampliación izquierda calculada para esta estación, en metros con aproximación al centímetro.
AMPLIACION DERECHA	Valor de la ampliación derecha calculada para esta estación, en metros con aproximación al centímetro.

Tabla IV.03.-Descripción de la Captura de Datos de sobreelevaciones y Ampliaciones.

Las sobreelevaciones y ampliaciones son resultado de un cálculo anterior en base a la velocidad de proyecto, bombeo y al alineamiento horizontal. Para estaciones intermedias se realiza interpolación lineal para determinar los valores correspondientes.

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS

Las sobreelevaciones se proporcionan en porcentaje, por ejemplo si se Codifica -2.00 significa una sobreelevación del -2%.

Las ampliaciones están dadas en metros con aproximación al centímetro.

Los límites del tramo de ampliaciones y sobreelevaciones deben cubrir todo el tramo de cálculo.

Registro	Cadenamiento	Sobre-Elevacion		Ampliación	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
1	30000.00	-2.00	-2.00	0.00	0.00
2	31048.10	-2.00	-2.00	0.00	0.00
3	31063.25	0.00	-2.00	0.00	0.00
4	31078.40	2.00	-2.00	0.00	0.12
5	31088.25	3.30	-3.30	0.00	0.20
6	31113.25	6.60	-6.60	0.00	0.40
7	31333.42	6.60	-6.60	0.00	0.40
8	31358.42	3.30	-3.30	0.00	0.20
9	31368.27	2.00	-2.00	0.00	0.12
10	31383.42	0.00	-2.00	0.00	0.00
11	31398.58	-2.00	-2.00	0.00	0.00
12	35200.01	-2.00	-2.00	0.00	0.00
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0

Figura IV.07.- Plataforma digital de la captura de Sobreelevaciones y Ampliaciones.

**Captura de datos de geometría.**

Estos datos se refieren a la geometría de la sección de construcción y es necesario especificar las estaciones en las que se observan cambios en los datos geométricos.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

A continuación se listan los datos geométricos comprendidos en este bloque y las consideraciones para su codificación.

CAMPO	DESCRIPCION
ESTACIÓN	Estación donde se localiza la sección a partir de la cual existe algún cambio en datos geométricos.
ANCHO DE SEMICORONA	Izquierda y derecha, a nivel de rasante. En metros con aproximación al centímetro.
ANCHO DE CUNETETA	Izquierda y derecha. En metros con aproximación al centímetro.
TALUD DE CUNETETA	Izquierda y derecha. Con aproximación al centímetro.
ANCHO DE CUÑA DE AFINAMIENTO	Izquierda y derecha. En metros con aproximación al centímetro.

Tabla IV.04.-Descripción de la Captura de Datos de la Geometría de la Sección de Construcción

Los límites del tramo de datos geométricos deben cubrir todo el tramo de cálculo.

Real	Cadenamiento	Semicorona		Ancho de cuneta		Talud de cuneta		Ancho de cuña	
		Iza.	Der.	Iza.	Der.	Iza.	Der.	Iza.	Der.
1	30000.00	12.50	12.50	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00
2	35200.01	12.50	12.50	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura IV.08.- Plataforma digital de la captura de Datos de Geometría.

**Captura de datos de quiebres (CAMBIOS EN TALUD DE CORTE)**

En este bloque de datos se especifican las estaciones en donde se requiera realizar un cambio en el talud de corte, sin tomar en cuenta el espesor del estrato 2, que es donde se efectuaría el cambio (cambio de estrato), para esto se debe proporcionar los datos siguientes:

CAMPO	DESCRIPCION
ESTACIÓN	Estación donde existe un cambio en la altura de cambio de talud de corte, debe estar definida una sección transversal de terreno en esta estación.
ALTURA QUIEBRE DE	Altura del cambio de talud a la izquierda y/o a la derecha, en metros con aproximación al centímetro y medida a nivel de rasante.

Tabla IV.05.-Descripción de la Captura de Datos de Quiebres

Es necesario que los datos cubran todo el tramo de cálculo.

En nuestro proyecto no aplicó este rubro.

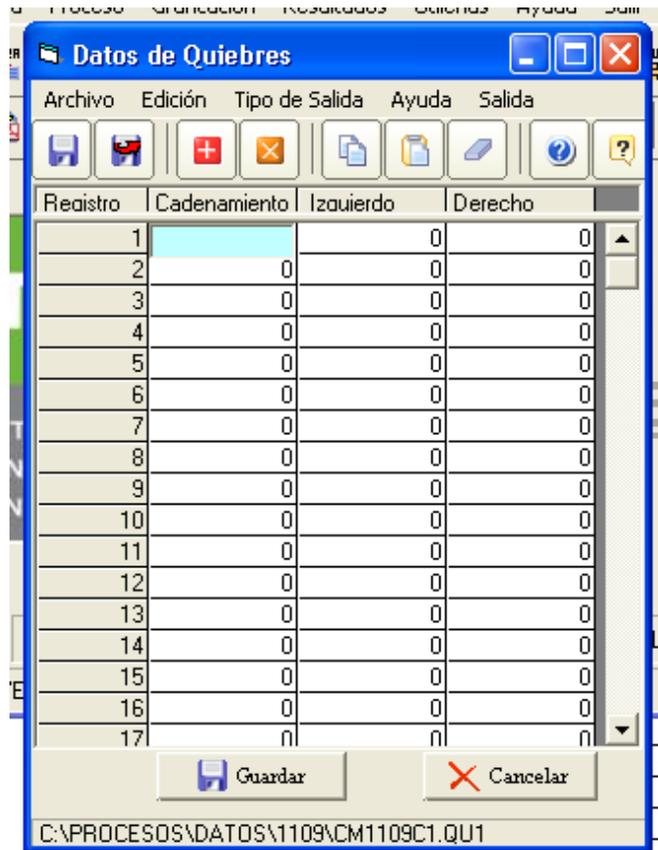


Figura IV.09.- Plataforma digital de la captura de Datos de Quiebres.

### Captura de datos de los cortes

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

En esta forma se describen las especificaciones para cortes, resultado de los estudios geotécnicos, efectuados sobre el despalme y dos estratos. Los datos utilizados son:

CAMPO	DESCRIPCION
ESTACIÓN	Lugar en donde indicamos los cambios de datos en los estratos.
ESPESOR DE DESPALME	En metros con aproximación al centímetro.

Tabla IV.06.-Descripción de la Captura de Datos de los Cortes

Para los estratos 2 y 3, se debe proporcionar:

CAMPO	DESCRIPCION									
ESPESOR	Espesor del estrato, en metros con aproximación al centímetro, sólo se proporciona para el estrato 2, mientras para el estrato 3 se considera infinito									
CLASIFICACION A – B - C	<p>Composición del estrato por tipo de material. La clasificación se determina por las cantidades de material (A, B, o C) que presente, y se refiere a la dificultad que presentan al excavar, se debe dar en porcentaje, por ejemplo:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">CLASIFICACION</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Significa que hay un 80% de material A y un 20% de material B en el estrato.</p>	CLASIFICACION			A	B	C	80	20	0
CLASIFICACION										
A	B	C								
80	20	0								
TALUD CORTE DE	Talud de corte izquierdo y derecho que se recomienda para el estrato. Sin unidades con aproximación al centésimo.									
COEF. COMPAC.	Coefficiente de variabilidad volumétrica o coeficiente de compactación o abundamiento para el estrato. Los coeficientes son determinados mediante pruebas en el laboratorio y se reportan para volteo y compactaciones a 90%, 95% y 100%; en base a éstos y a las características de los terraplenes y cortes en tramo a procesar, se determina un coeficiente único. Sin unidades con aproximación al centésimo.									

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

Y las claves proporcionadas en esta forma son:

CAMPO	DESCRIPCION															
CLAVE CJ	Clave caja se refiere al tratamiento del material cortado, en terraplenes, para completar los espesores definidos para subrasantes y subyacente. La clave indica si dicho material se desperdicia lateralmente o si se refleja en la ordenada de curva masa longitudinal, se codifica 1 si se desperdicia lateralmente y 0 si se refleja en la ordenada de curva masa.															
CLAVE CM	<p>Clave para definir el número de ordenadas de curva masa que se requieren en el tramo, y se codificará de la siguiente forma:</p> <table border="1" data-bbox="483 674 1356 1346"> <thead> <tr> <th data-bbox="483 674 609 709">CLAVE</th> <th data-bbox="609 674 734 709">NO. DE ORDENADAS</th> <th data-bbox="734 674 1356 709">DESCRIPCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="483 779 511 814">1</td> <td data-bbox="609 779 690 814">Una</td> <td data-bbox="734 779 1356 846">Agrupando subrasante, subyacente, cuerpo de terraplén y el material producto de corte.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="483 915 511 951">2</td> <td data-bbox="609 915 690 951">Dos</td> <td data-bbox="734 915 1356 1010">La primera agrupa subyacente, cuerpo de terraplén y el material producto de corte; la segunda subrasante.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="483 1079 511 1115">3</td> <td data-bbox="609 1079 690 1115">Dos</td> <td data-bbox="734 1079 1356 1176">La primera agrupa cuerpo de terraplén y el material producto de corte; la segunda subrasante y subyacente.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="483 1245 511 1281">4</td> <td data-bbox="609 1245 690 1281">Tres</td> <td data-bbox="734 1245 1356 1346">La primera agrupa cuerpo de terraplén y el material producto de corte; la segunda subyacente; la tercera subrasante.</td> </tr> </tbody> </table>	CLAVE	NO. DE ORDENADAS	DESCRIPCION	1	Una	Agrupando subrasante, subyacente, cuerpo de terraplén y el material producto de corte.	2	Dos	La primera agrupa subyacente, cuerpo de terraplén y el material producto de corte; la segunda subrasante.	3	Dos	La primera agrupa cuerpo de terraplén y el material producto de corte; la segunda subrasante y subyacente.	4	Tres	La primera agrupa cuerpo de terraplén y el material producto de corte; la segunda subyacente; la tercera subrasante.
CLAVE	NO. DE ORDENADAS	DESCRIPCION														
1	Una	Agrupando subrasante, subyacente, cuerpo de terraplén y el material producto de corte.														
2	Dos	La primera agrupa subyacente, cuerpo de terraplén y el material producto de corte; la segunda subrasante.														
3	Dos	La primera agrupa cuerpo de terraplén y el material producto de corte; la segunda subrasante y subyacente.														
4	Tres	La primera agrupa cuerpo de terraplén y el material producto de corte; la segunda subyacente; la tercera subrasante.														

Tabla IV.07.-Descripción de la Captura de Datos de los Cortes

Los límites del tramo de datos de cortes deben cubrir todo el tramo de cálculo.

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS

Rea.	Cadenamiento	Espesor	Despalme	Espesor	Estrato 2						Estrato 3						CJ	CM
					Clasificación			Talud			Clasificación			Talud				
					A	B	C	Iza.	Der.	Coef.	A	B	C	Iza.	Der.	Coef.		
1	30000.00	0.20	99.99	40	60	0	1.00	1.00	0.92	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	3	
2	30200.00	0.20	99.99	40	60	0	1.00	1.00	0.92	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	3	
3	30200.00	0.20	0.50	60	40	0	1.00	1.00	0.95	0	40	60	0.50	0.50	1.15	0	3	
4	30700.00	0.20	0.50	60	40	0	1.00	1.00	0.95	0	40	60	0.50	0.50	1.15	0	3	
5	30700.00	0.20	0.50	40	60	0	1.00	1.00	0.92	0	40	60	0.50	0.50	1.15	0	3	
6	31200.00	0.20	0.50	40	60	0	1.00	1.00	0.92	0	40	60	0.50	0.50	1.15	0	3	
7	31200.00	0.20	99.99	60	40	0	1.00	1.00	0.95	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	3	
8	32200.00	0.20	99.99	60	40	0	1.00	1.00	0.95	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	3	
9	32200.00	0.20	99.99	60	40	0	1.00	1.00	0.95	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	3	
10	33200.00	0.20	99.99	60	40	0	1.00	1.00	0.95	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	3	
11	33200.00	0.20	99.99	40	60	0	1.00	1.00	0.92	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	3	
12	33700.00	0.20	99.99	40	60	0	1.00	1.00	0.92	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	3	
13	33700.00	0.20	99.99	60	40	0	1.00	1.00	0.95	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	3	
14	35200.01	0.20	99.99	60	40	0	1.00	1.00	0.95	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	3	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura IV.10.- Plataforma digital de la captura de Datos de Cortes.

**Captura de datos de espesores y tratamientos**

En esta forma se especifican los espesores de las capas subrasante y subyacente de la sección de construcción y el tipo de tratamiento del material de los estratos según sirvan para la formación de dichas capas.

Se deberán identificar los tramos en los que se dividirá el camino según los datos de espesores y los tratamientos a emplear.

Los datos utilizados son:

ESTACIÓN Estación donde cambian los espesores y/o los tratamientos.

Para espesores:

CAMPO	DESCRIPCION
Subrasante	Espesor de la capa subrasante (en metros con aproximación al centímetro).
Subyacente	Espesor de la capa subyacente en corte y en terraplén (en metros con aproximación al centímetro)

Tabla IV.08.-Descripción de la Captura de Datos de Espesores y tratamientos

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

Para tratamientos:

Cuando se requiere formar la(s) capa(s) subrasante y/o subyacente abajo del nivel del terreno despalmado, se debe determinar sobre que estrato(s) se va(n) a formar y el(los) tratamiento(s) que se le(s) debe(n) dar. Por lo tanto, es necesario proporcionar las claves de los tratamientos para cada estrato, estrato 2 y 3, según sus características geológicas y la capa que se requiere formar, subrasante y subyacente, se codifican las siguientes claves:

<b>CAMPO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Tratamiento E2 SBR	Clave del tratamiento requerido para el estrato2 cuando se requiere afectar ese material para formar la capa subrasante.
Tratamiento E2 SBY	Clave del tratamiento requerido para el estrato2 cuando se requiere afectar ese material para formar la capa subyacente.
Tratamiento E3 SBR	Clave del tratamiento requerido para el estrato3 cuando se requiere afectar ese material para formar la capa subrasante.
Tratamiento E3 SBY	Clave del tratamiento requerido para el estrato3 cuando se requiere afectar ese material para formar la capa subyacente.

Tabla IV.09.-Descripción de la Captura de Datos de Espesores y tratamientos

CLAVE

<b>CAMPO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>1 Caja</b>	El material del estrato no sirve para formar esta capa y es necesario excavarlo y ya sea, depositarlo en una zona de desperdicio o, si sirve para formar una capa de menor compactación, enviarlo a otro sitio para formarla.  Mientras, para la formación de la capa es necesario traer material de un banco. En este caso, se sugiere generar al menos dos ordenadas de curva masa.
<b>2 Exacteco</b>	El material sirve, se excava, acamellona, tiende y compacta para la formación de la capa.
<b>3 C. C. C.</b>	El material sirve, sin excavarlo sólo se compacta para formar la capa. (Compactación en la cama de los cortes).
<b>4 Sin tratamiento</b>	El material sirve y no es necesario cortar ni compactar

Tabla IV.10.-Descripción de la Captura de Datos de Espesores y tratamientos

Los límites del tramo de datos de espesores y tratamientos deben de cubrir todo el tramo de cálculo.

Registro	Cadenamiento	ESPESORES			TRATAMIENTOS			
		Subrasante	Corte	Terrap	Estrato - 2		Estrato - 3	
					Subras	Subvac	Subrasante	Subvacente
1	30000.00	0.30	0.20	0.70	2	3	0	0
2	30200.00	0.30	0.20	0.70	2	3	0	0
3	30200.00	0.30	0.20	0.70	2	3	1	1
4	31200.00	0.30	0.20	0.70	2	3	1	1
5	31200.00	0.30	0.20	0.70	2	3	0	0
6	35200.01	0.30	0.20	0.70	2	3	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura IV.11.- Plataforma digital de la captura de Espesores y Tratamientos

### Captura de datos de terraplén

Estos datos se relacionan con las secciones proyectadas en terraplén y son:

CAMPO	DESCRIPCION
ESTACIÓN	Para cambiar los datos de terraplenes
TALUD DE TERRAPLEN	Izquierdo y derecho. Con aproximación al centímetro
COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL	Espesor de la compactación del terreno natural cuando se proyecte terraplén, en metros con aproximación al centímetro.

Tabla IV.11.-Descripción de la Captura de Datos de Espesores y tratamientos

The screenshot shows a software window titled 'Datos de Terraplen'. It features a menu bar with 'Archivo', 'Edición', 'Tipo de Salida', 'Ayuda', and 'Salida'. Below the menu is a toolbar with icons for file operations and help. The main area is a table with the following data:

TERRAPLEN 1				
Registro	Cadenamiento	Izquierdo	Derecho	Comp.
1	30000.00	2.50	2.50	0.20
2	30120.00	2.50	2.50	0.20
3	30180.00	2.50	3.00	0.20
4	30340.00	2.50	3.00	0.20
5	30400.00	1.70	2.50	0.20
6	30560.00	1.70	2.50	0.20
7	30620.00	1.70	1.70	0.20
8	30980.00	1.70	1.70	0.20
9	31040.00	2.50	3.00	0.20
10	31140.00	2.50	3.00	0.20
11	31200.00	1.70	1.70	0.20
12	31320.00	1.70	1.70	0.20
13	31380.00	3.00	3.00	0.20
14	31500.00	3.00	3.00	0.20
15	31560.00	2.50	2.50	0.20
16	32040.00	2.50	2.50	0.20
17	32100.00	3.00	3.00	0.20
18	32300.00	3.00	3.00	0.20

At the bottom of the window are 'Guardar' and 'Cancelar' buttons, and the file path 'C:\PROCESOS\DATOS\1109\CM1109C1.TE1' is displayed.

Figura IV.12.- Plataforma digital de la captura de Terraplenes

### Captura de datos de bermas

Si se desean proyectar secciones en corte con bermas, es necesario incluir esta forma.

El programa considera hasta tres bermas por lado, para cada una es necesario proporcionar los siguientes datos:

**ESTACIÓN** Estación donde se proyecta sección en corte con bermas.

Para cada una de las bermas se proporciona:

CAMPO	DESCRIPCION
ANCHO DE BERMA	Para cada lado (izquierdo y derecho) en metros con aproximación al centímetro.
ALTURA DE BERMA	Para cada lado (izquierdo y derecho) en metros con aproximación al centímetro

Tabla IV.12.-Descripción de la Captura de Datos de Bermas

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS

y para todas en general:

**PENDIENTE** Pendiente de la berma, se proporciona en porcentaje.

Los límites del tramo de datos de bermas deben de cubrir todo el tramo de cálculo.

Para nuestro proyecto no aplica este rubro.

Reo.	Cadenamiento	PRIMERA				SEGUNDA				TERCERA				Pend. %
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha					
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura IV.13.- Plataforma digital de la captura de Bermas

**Captura de datos de ordenada de curva masa**

Mediante esta forma se proporcionan los valores de las ordenadas de curva masa al inicio y/o en cualquier estación del tramo. El programa considera cuatro ordenadas: la primera o longitudinal agrupa los volúmenes de excavación con el cuerpo de terraplén y, si el material sirve para formarlas, las capas de 95 y 100%; la segunda, agrupa el material de la capa a 95% y a veces material de la capa al 100%; la tercera, sólo agrupa material de la capa a 100%; la cuarta agrupa material de excavación que no sirve ni para formar cuerpo de terraplén por lo es necesario desperdiciarlo. Los datos a incluir son:

**ESTACIÓN** Para cambiar los valores de las ordenadas de curva masa.

**O C M DE LOS DIAGRAMAS** Valores de las ordenadas de curva masa 1, 2, 3 y 4. En metros cúbicos con aproximación al entero, cuya especificación normalmente es al inicio del tramo de cálculo, pero puede redefinirse a lo largo del mismo.

Los límites del tramo de datos de terraplén deben de cubrir todo el tramo de cálculo.

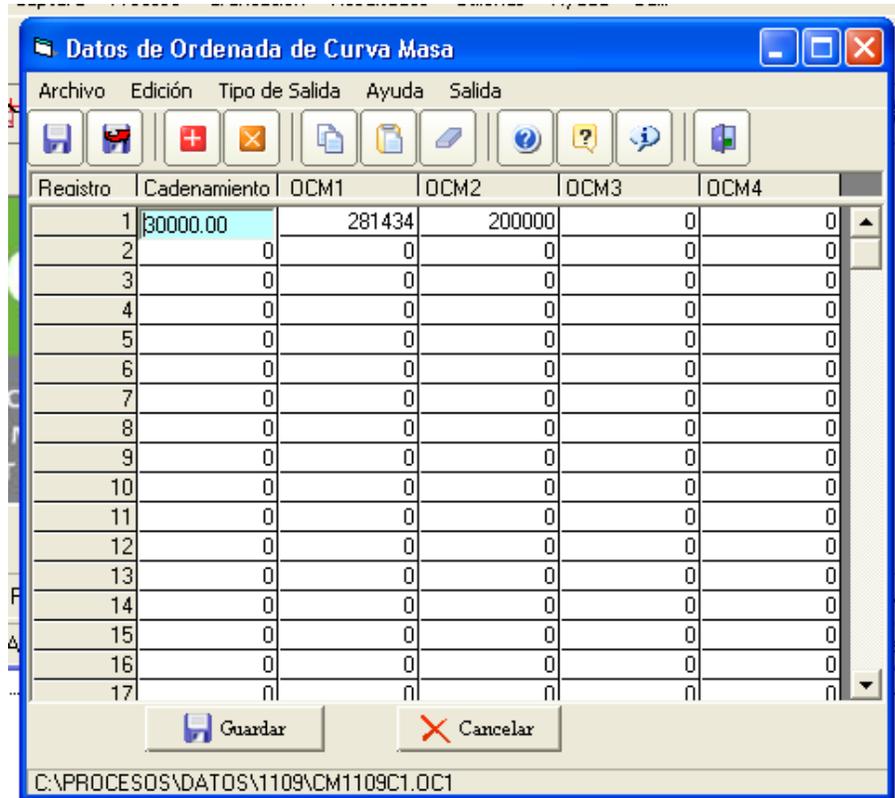


Figura IV.14.- Plataforma digital de la captura de Ordenada de Curva Masa

### Captura de datos de muros

En este bloque de datos se especifican las estaciones en donde se requiera ubicar muro en terraplén o un abatimiento de talud en corte, en la sección transversal, para esto se debe proporcionar los datos siguientes:

CAMPO	DESCRIPCION
ESTACIÓN	Estación donde se proyectará muro o abatimiento, debe estar definida una sección transversal de terreno en esta estación.
DISTANCIA	Distancia a la izquierda y/o a la derecha donde se ubicará el muro o abatimiento. En metros con aproximación al centímetro

Tabla IV.13.-Descripción de la Captura de Datos de Muros

En el caso que la sección proyectada este en terraplén: Se proyecta un muro; si es una sección básica en corte (tipo de sección 3); se proyecta como abatimiento de talud.

Para nuestro proyecto no aplicó este rubro.

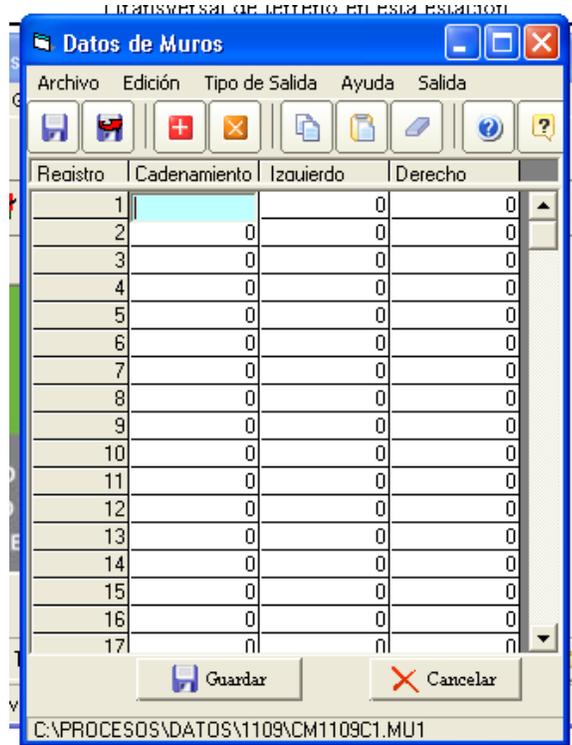


Figura IV.15.- Plataforma digital de la captura de Muros

### Captura de datos de ampliaciones y sobreelevaciones adicionales para entronques

En secciones proyectándose dentro de la zona de un entronque se pueden utilizar ampliaciones y sobreelevaciones adicionales para las transiciones en la corona. Estos datos sólo modifican el proyecto terminado sin afectar la proyección de las capas compactadas a 95% y 90%.

En esta forma se incluyen los siguientes datos:

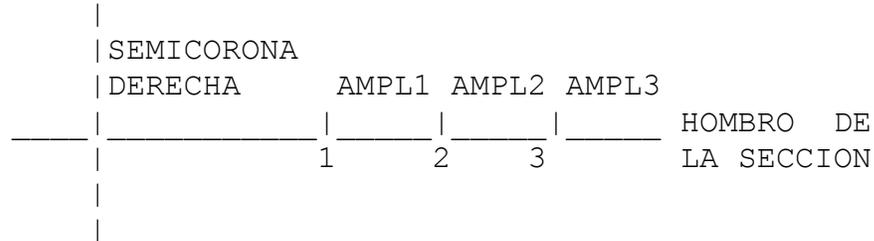
CAMPO	DESCRIPCION
ESTACIÓN	
SOBREELEVACION	Sobreelevación adicional para cada lado de la sección, dada en porcentaje con aproximación al centésimo.
AMPLIACION	Ampliación adicional para cada lado de la sección, dada en metros con aproximación al centímetro.

Tabla IV.14.-Descripción de la Captura de Datos de Ampliaciones y Sobreelevaciones Adicionales para Entronques

Se pueden proporcionar hasta dos ampliaciones y sobreelevaciones adicionales para cada lado de la sección. La primera a utilizar en la proyección de la sección es la proporcionada en la forma de ampliaciones y sobreelevaciones, la segunda y tercera se especifican en esta forma:

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**



Si la segunda ampliación se fija a cero, no se toma en cuenta el valor de la tercera ampliación.

La ampliación y sobreelevación (1) son relativas al punto 1.

La ampliación y sobreelevación (2) son relativas al punto 2.

La ampliación y sobreelevación (3) son relativas al punto 3.

Los límites del tramo de datos de sobreelevación deben cubrir todo el tramo de cálculo.

Para nuestro proyecto no aplicó este rubro.

Registro	Cadenamiento	IZQUIERDA				DERECHA			
		Segunda		Tercera		Segunda		Tercera	
		Sobrel	Ampl.	Sobrel	Ampl.	Sobrel	Ampl.	Sobrel	Ampl.
1		0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura IV.16.- Plataforma digital de la captura de Ampliaciones y Sobreelevaciones Adicionales para Entronques

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

**Captura de datos de supresiones**

En esta forma determinan las estaciones entre las cuales se deberán suprimir las secciones de construcción y/o los volúmenes, se debe especificar de la siguiente manera:

CAMPO	DESCRIPCION
ESTACIÓN INICIAL	Estación a partir del cual se suprimen los volúmenes y/o las secciones de construcción.
ESTACIÓN FINAL	Estación en el que termina la supresión
CLAVE	Clave de la supresión: 1 supresión de volúmenes 2 Supresión de geometría
NOMBRE DE LA SUPRESION	Este es de carácter informativo, y aparecerá en los listados correspondientes, indicando el nombre de la supresión, sea puente, túnel, viaducto, etc. <b>NO DEBERA DEJARSE EN BLANCO</b>

Tabla IV.15.-Descripción de la Captura de Datos de Supresiones

Si en la codificación define una estación inicial x

ESTACION	X	ESTACION
X-1	:	X+1
:	:	:
:	:	:
:	:	:
	ESTACIÓN	
	INICIAL	

Los volúmenes que aparecen en la sección X son generados entre X-1 y X, por lo cual los volúmenes suprimidos inician en la estación X+1.

Tomando a X como el estación final

ESTACION	ESTACION	ESTACION
X-1	X	X+1
:	:	:
:	:	:
:	:	:
:	:	:
:	:	:
:	:	:
:	:	:
	ESTACIÓN	
	FINAL	

Los volúmenes suprimidos terminan en la estación X.

Para nuestro proyecto no aplicó este rubro.

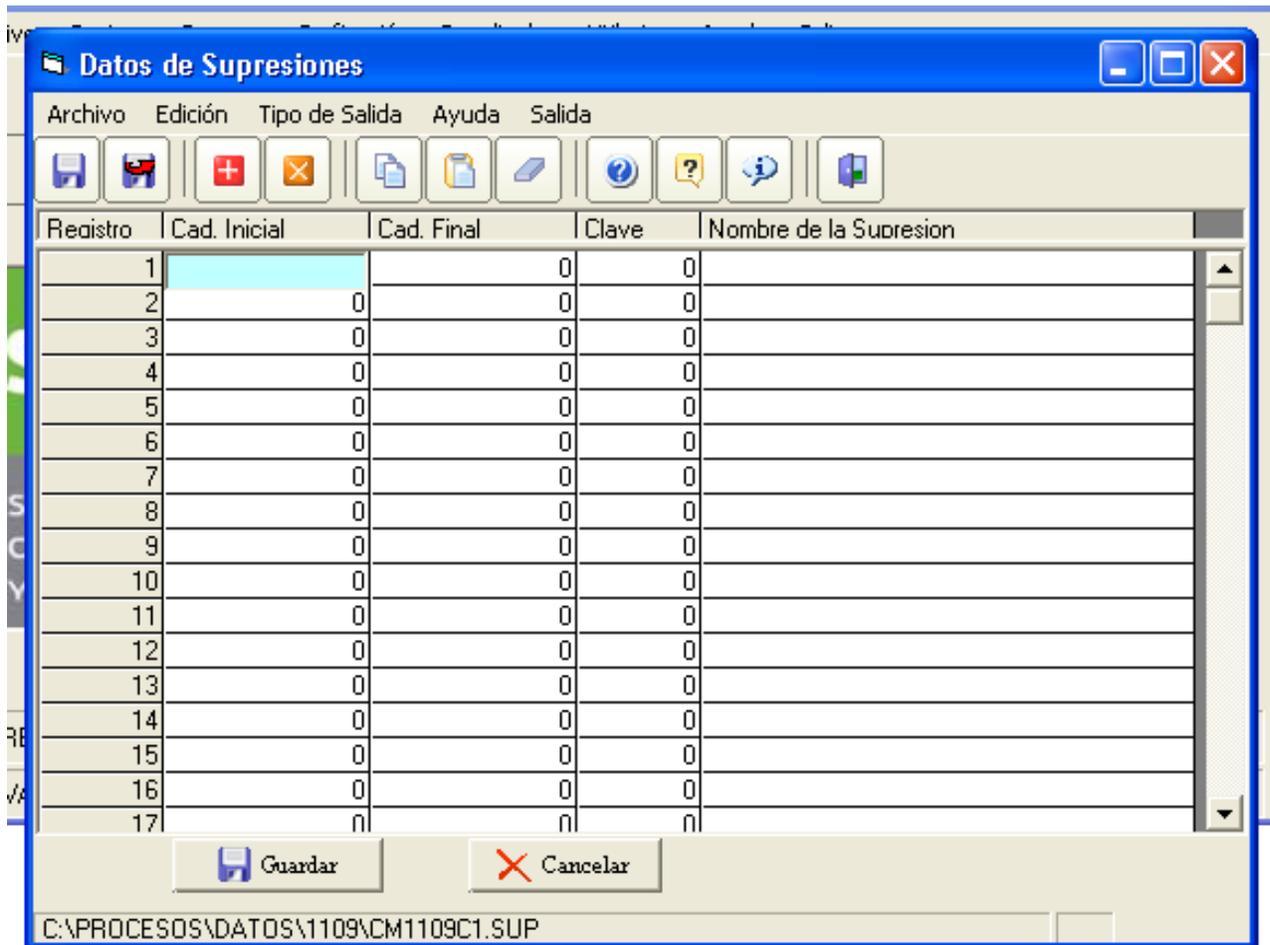


Figura IV.17.- Plataforma digital de la captura de Supresiones

### Captura de notas adicionales

Si se desea agregar alguna nota, descripción o indicación en el reporte de curva masa, se deberá agregar a la solicitud del proceso y esta aparecerá al final de la carátula sin influir en los cálculos posteriores. Entre sus funciones se encuentran: describir los criterios aplicados; indicar zonas de conflicto o interés; etc.

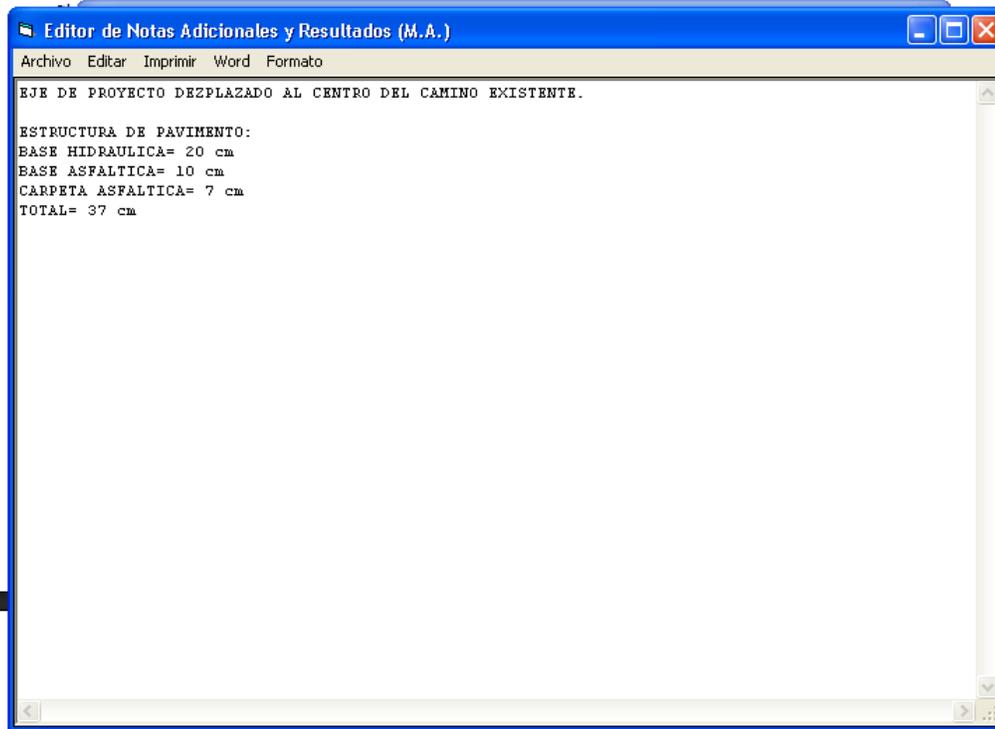


Figura IV.18.- Plataforma digital de la captura de Notas Adicionales

## IV.2) Resultados del Programa de Curva Masa de la S.C.T.

Una vez capturados todos los datos necesarios, se procesa el cálculo de volúmenes respectivamente utilizando todos los datos introducidos en la captura.

En caso de que ocurra algún error durante el procesamiento de datos, el mismo programa lo indicará automáticamente, haciendo saber en qué parte de la codificación o estación se detectó el problema para que inmediatamente procedamos a revisar el dato y corregir el error. En caso que no hubiera ningún error, este módulo generará automáticamente un archivo de resultados en el directorio C:/Procesos/Resul/cm1109c1, a este archivo se le conoce como “Proceso Electrónico”

Para poder visualizar los resultados es necesario tener instalado en la PC el programa de ADOBE READER o un PDF, ya que los resultados se generan con este formato.

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS



Figura IV.19.-Procesamiento de Curva Masa

## PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

### CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS

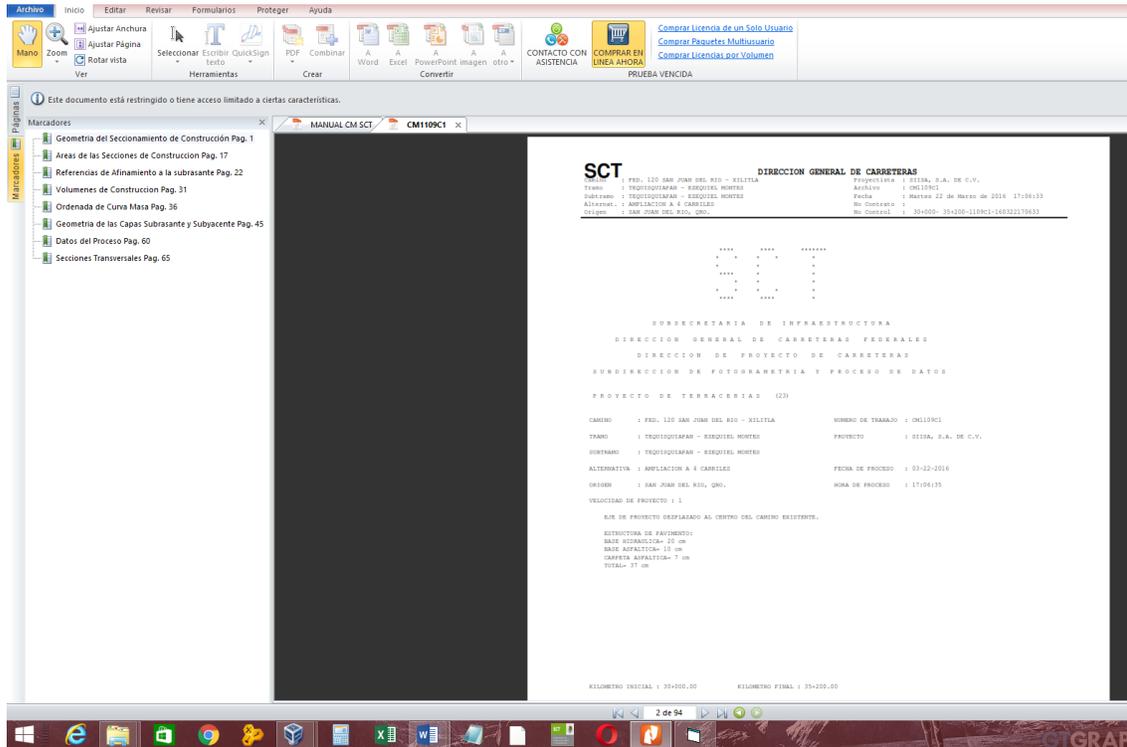


Figura IV.20.-Obtención de Resultados en PDF.

Los resultados del programa de curva masa son los siguientes:

- -Alineamiento vertical.
- -Geometría de las secciones de construcción.
- -Volúmenes de construcción.
- -Ordenada de curva masa.
- -Graficación de secciones de construcción. (se dibujarán con escala 1:100 a cada 20 metros).

### ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento vertical describe los puntos de inflexión vertical procesada por medio de la siguiente forma:

**PCV CAD/ELV      PIV CAD/ELV      PTV CAD/ELV      L.CURVA      PENDIENTE DE SALIDA      TV LIBRE**

Donde:

CAD  
ELV

Estación  
Elevación

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS

CAMPO	DESCRIPCION
PCV CAD/ELV	representa PCV punto donde empieza la curva vertical $CPCV = CPIV - (LCV/2)$
PIV CAD/ELV	Punto de Inflexión Vertical
PTV CAD/ELV	representa PTV punto donde finaliza la curva vertical $CPTV = CPIV + (LCV/2)$
L.CURVA	Longitud de la curva vertical asociada al PIV

Tabla IV.16.- Descripción de los Resultados de Alineamiento Vertical

Donde:

LCV	Longitud de la curva
CPIV	Estación del PIV
CPCV	Estación del PCV
CPTV	Estación del PTV

La elevación de los puntos PCV Y PTV dependerán del anterior y posterior PIV, respectivamente.

La quinta columna se refiere a la pendiente establecida en dos PIVs el actual y el siguiente.

La sexta columna se refiere a la distancia entre el PTV y el PCV de dos puntos de inflexión consecutivos, es decir, a la distancia sin afectación de ninguna curva vertical (tangente vertical libre).

### GEOMETRIA DE SECCIONES DE CONSTRUCCION

En esta parte se describen los puntos claves de la geometría de la sección de construcción, identificando el tipo de sección (ver figuras IV21, 22, 23 Y 24) y observaciones de las secciones. La forma en la cual se representan los datos es:

Para secciones con un máximo de una berma y sin sobreelevaciones y ampliaciones adicionales.

ESTACION	EL-TN	H	LADO IZQUIERDO					FRM	LADO DERECHO						
	EL-SB		E	D	C'	C	B	A	SEC	A	B	C	C'	D	E

Para secciones con dos o tres bermas, sólo se divide el reporte en dos partes, la primera corresponde al lado izquierdo, la segunda al lado derecho.

El encabezado para cada uno es:

LADO IZQUIERDO:

ESTACION	EL-TN	H	E	F'	F	D'	D	C'	C	B	A	FRM
	EL-SB											SEC

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

LADO DERECHO :

SEC E F F' D' D C' C B A H EL-TN ESTACION  
EL-SB

Para secciones con dos o tres bermas, sobreelevaciones y ampliaciones adicionales, se divide el reporte en dos partes, la primera corresponde al lado izquierdo, la segunda al lado derecho.

El encabezado para cada uno es:

LADO IZQUIERDO:

ESTACION EL-TN H E F' F D' D C' C B A A1 A0 FRM  
EL-SB SEC

LADO DERECHO :

FRM E F F' D' D C' C B A A1 A0 H EL-TN ESTACION  
SEC EL-SB

La primera columna (estación) es la estación donde se localiza la sección de construcción y corresponde a la sección de terreno capturada.

En la segunda columna se imprimen la elevación del terreno (EL-TN) y abajo la elevación de la subrasante (EL-SB) en la estación.

La tercera columna (H), es la diferencia entre las elevaciones de la subrasante y el terreno natural para esta estación.

Los puntos A B C C' D E y para secciones con 2 y 3 bermas A B C C' D D' F F' E separados por cada lado de la sección de construcción y representan según el tipo de sección lo siguiente:

- A0 Punto de quiebre sobre la corona
- A1 Punto de quiebre sobre la corona
- A Hombro de la sección
- B Fondo de cuneta (corte) y límite de capa subrasante (terraplén)
- C Inicio de berma (corte)
- C' Terminó de berma (corte)
- D Punto de quiebre para sección en corte con quiebre. Cambio de estrato (3 a 2), para sección en corte con una berma, inicio de berma 2, para sección en corte

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

con dos o mas bermas.

- D' Termino de berma 2 (corte). Sección en corte con 2 o 3 bermas.
- F Inicio de berma 3. Sección en corte con 3 bermas.
- F' Termino de berma 3. Sección en corte con 3 bermas.
- E Intersección de la sección con el terreno natural.

Cada punto está descrito por la distancia al eje y desnivel con respecto a la subrasante.

La columna marcada con FRM-SEC se refiere a la forma de la sección proyectada en esta estación.

Para determinar la forma de la sección se calcula el fondo de cuneta (ya sea provisional o definitiva). Si se encuentra enterrado se proyecta la sección en corte, de lo contrario se procede a calcular el hombro para una sección en terraplén. Si el hombro no está enterrado se dice que la sección está en terraplén.

Para secciones en terraplén tenemos dos tipos que son:

- 1 Con cuña de afinamiento
- 2 Sin cuña de afinamiento

Para secciones en corte tenemos cinco tipos que son:

- 3 Básica de corte, sin bermas y sin quiebres.
- 4 Una berma con talud de entrada y salida igual.
- 5 Con quiebre en el cambio del estrato 3 al 2.
- 6 Con una berma y un quiebre en el cambio del estrato 3 al 2. El quiebre puede quedar antes o después de la berma.
- 7 Con quiebre a una altura especificada.
- 9 Sección con 2 bermas. La pendiente de entrada de la primera berma es obtenida con el talud del estrato 3 y la de salida es obtenida con el talud del estrato 2 así como, la de salida de la segunda berma.
- 10 Sección con tres bermas, las pendientes son iguales a la anterior, la pendiente de salida de la tercera berma es igual a la de la entrada a la misma.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

En el caso de que la sección presente una o dos sobreelevaciones y ampliaciones adicionales; si es una, el tipo de sección es a partir de once con las mismas características anteriores; si son dos, el tipo de sección es a partir de 21.

En algunos casos aparecerá cualquiera de los siguientes mensajes:

- 1            32040.00    SECCION INSUFICIENTE LADO IZQUIERDO  
  
Este es un mensaje de error que se puede solucionar ampliando la sección de terreno.
- 2            32040.00    MURO LADO IZQUIERDO    15.00    2.40  
  
Esta indica la existencia de un muro de contención en la estación.
- 3            32040.00    SUPRESION DE CUNA DE AFINAMIENTO  
  
Indica sección en terraplén con diferencia de desnivel entre el punto A y el E menor de 60cms. Por lo que se suprimió la cuña de afinamiento.

## **VOLUMENES DE CONSTRUCCION**

Para la generación de los volúmenes de construcción se delimitan las siguientes áreas en la sección.

### **1.- DESPALME EN CORTE**

Al despalar cuando en la sección de construcción la línea de la subrasante se encuentra abajo del terreno, se cuantifica con el espesor se despálme multiplicado por la distancia donde la sección cumple lo anterior.

### **2.- DESPALME EN TERRAPLEN**

A despalar cuando en la sección de construcción la línea subrasante se encuentra arriba del terreno, se cuantifica con el espesor de despálme multiplicado por la distancia donde la sección cumple lo anterior.

### **3.- CORTE DEL ESTRATO 2**

Corte correspondiente al estrato 2 que se intersecta con la sección de construcción. Se determina por las intersecciones del mismo con las líneas de la sección de construcción.

### **4.- CORTE DEL ESTRATO 3**

En corte correspondiente al estrato 3 que se intersecta con la sección de construcción. Se determina por las intersecciones del mismo con las líneas de la sección de construcción.

## **5.- CORTE CAJA**

Producida por terraplenes donde las líneas subrasantes y/o subyacente se encuentran enterradas y el material se requiere cortar pues no sirve. Se determina por medio de los desniveles del terreno y la línea subyacente.

## **6.- COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL**

Producida en terraplenes donde existe cuerpo de terraplén, es cuantificada mediante el espesor de C.T.N. proporcionado en la forma de terraplenes multiplicado por la distancia que cumple lo anterior.

## **7.- COMPACTACION EN LA CAMA DE CORTES**

Generada cuando en una sección de corte se le indica que el tratamiento para subrasante y/o subyacente es la compactación del estrato donde se localicen.

## **8.- CUERPO DE TERRAPLEN**

En terraplén comprendida entre la línea subyacente y el terreno despalmado. Cuando la línea subyacente no está enterrada.

## **9.- CAPA SUBYACENTE**

En terraplén comprendida entre la línea paralela cuyo desnivel entre ambas es el codificado en la forma de espesores.

## **10.- CAPA SUBRASANTE**

Sólo en terraplén, comprendida entre el revestimiento y la capa subyacente su espesor es proporcionado en los datos.

## **11.- RELLENO CAJA**

En cortes producida por no servir el material cortado por lo que se requiere la formación de la caja. Depende de los tratamientos indicados para subrasante y subyacente.

## **12.- Ex.Ac.Te.Co.**

En cortes que se considera para las capas subrasante y subyacente cuando el material sirve para la formación de las mismas.

Con las cuales se calculan los volúmenes entre dos estaciones; la actual y la anterior. Reportándose en la estación actual.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

Además, se proporcionan los totales de materiales A, B y C, por kilómetro y por tramo, producto de los cortes de los estratos 2 y 3 y dependientes de la clasificación proporcionada, por tramos, en los datos de cortes.

**ORDENADA DE CURVA MASA**

Las ordenadas de curva masa se reportan mediante el siguiente formato:

<b>ESTACION</b>	<b>VLM-G CR-E2</b>	<b>COEF ABND</b>	<b>VLM-A CR-E2</b>	<b>VLM-G CR-E3</b>	<b>COEF ABUND</b>	<b>VLM-A CR-E3</b>	<b>CORTE COMPS</b>	<b>VOLUM TR-90</b>
ESTACION	Donde se calculan los volúmenes.							
VLM-G CR-E2	Volumen geométrico del corte en estrato 2							
COEF ABND	Coeficiente de abundamiento del estrato 2							
VLM-A CR-E2	Volumen abundado del corte en el estrato 2							
VLM-G CR-E3	Volumen geométrico del corte en el estrato 3							
COEF ABND	Coeficiente de abundamiento del estrato 3							
VLM-A CR-E3	Volumen abundado del corte en el estrato 3							
CORTE	Suma de los volúmenes abundados de los cortes de los estratos 2 y 3							
VOLUM TR-90	Volumen del cuerpo de terraplén							
VOLUM TR-95	Volumen de la capa subyacente en terraplén							
VOLUMEN TR-100	Volumen de la capa subrasante sumada con el de la caja							
TRRPL	La integración de este volumen depende de la clave de OCM si:							
	CLAVE	VOLUMEN DE TERRAPLENES A COMPENSAR						
	1	Volumen de capa subrasante, subyacente cuerpo de terraplén y Relleno caja.						

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

2 Volumen de subyacente y Cuerpo de terraplén.

3 y 4 Volumen del cuerpo de terraplén.

CURVA  
MASA

Representa las ordenadas de curva masa, la primera es para compensación, también llamada longitudinal; las dos siguientes, conocidas como de finos, son para el material requerido de bancos de préstamo y la última es para material de desperdicio. Sus valores iniciales son datos proporcionados en la forma de terraplenes y ordenadas de curva masa. Son afectadas, a lo largo del tramo, por la suma algebraica de diversos volúmenes de construcción. Dicha suma, depende de las siguientes claves:

a) De la clave de OCM

CLAVE VOLUMENES QUE AFECTAN LAS OCM

	OCM1	OCM2	OCM3
1	+ Corte a compensar - Subrasante - Subyacente - Cuerpo de terraplén - Relleno caja (95% y 100%)	ninguna	ninguna
2	+ Corte a compensar - Cuerpo de terraplén - Subyacente - Relleno caja (95%)	- Subrasante - Relleno caja (100%)	ninguna
3	+ Corte a compensar - Cuerpo de terraplén	- Subrasante - Subyacente - Relleno caja (95% y 100%)	ninguna
4	+ Corte a compensar - Cuerpo de terraplén	- Subyacente - Relleno Caja (95%)	- Subrasante - Relleno caja (100%)

b) De la clave de caja

CLAVE VOLUMENES QUE AFECTAN LAS OCM

	OCM1	OCM4
0	+ caja en estratos	ninguna
1	ninguna	+ caja en estratos

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

Además, se proporcionan las sumas de los volúmenes por hoja.

**SECCIONES TIPO**

Las secciones tipo que se emplearon en este proceso fueron:

- Sección tipo: 1
- Sección tipo: 3
- Sección tipo: 5

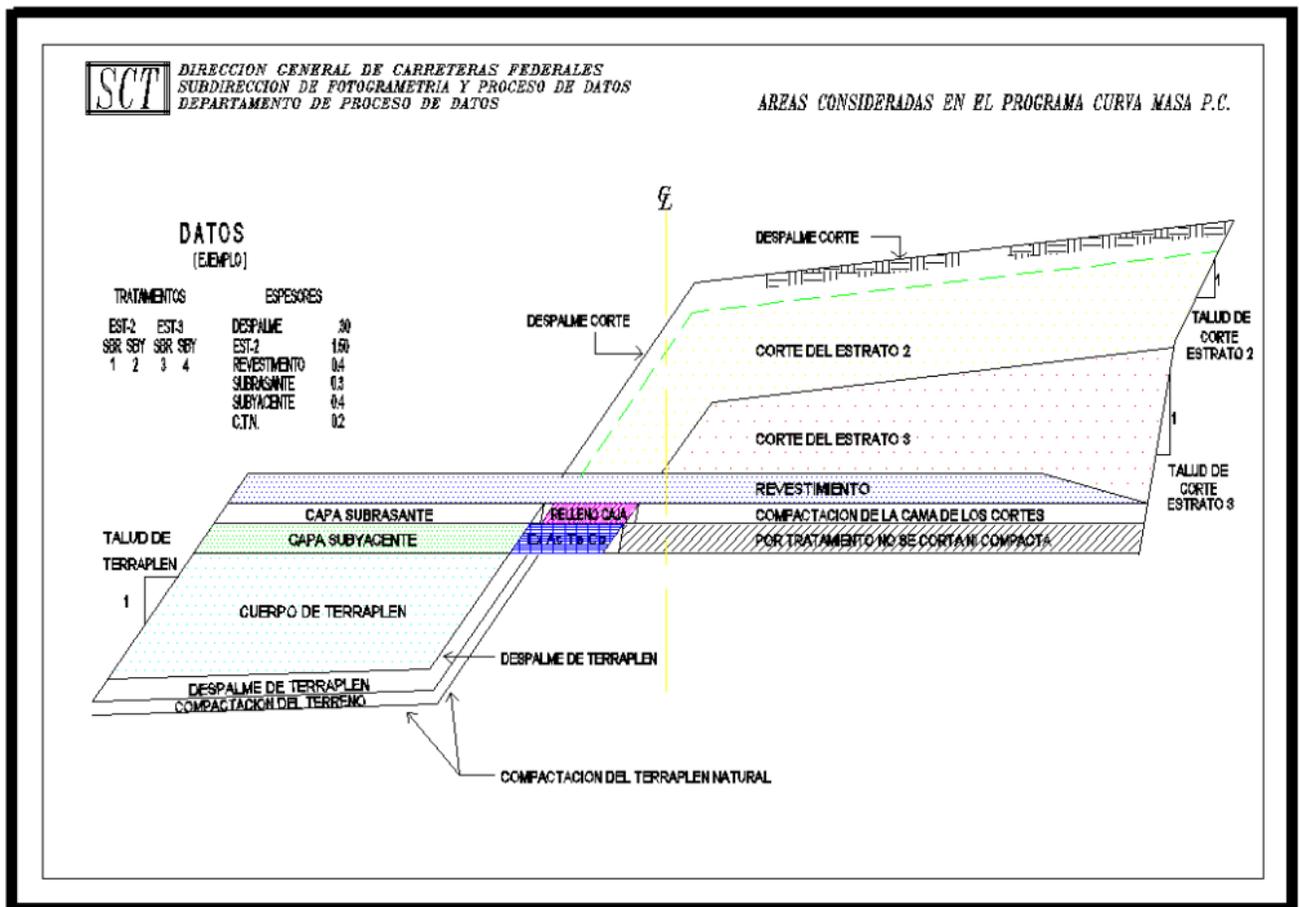


Figura IV.21.- Áreas consideradas en el Programa de Curva Masa

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS

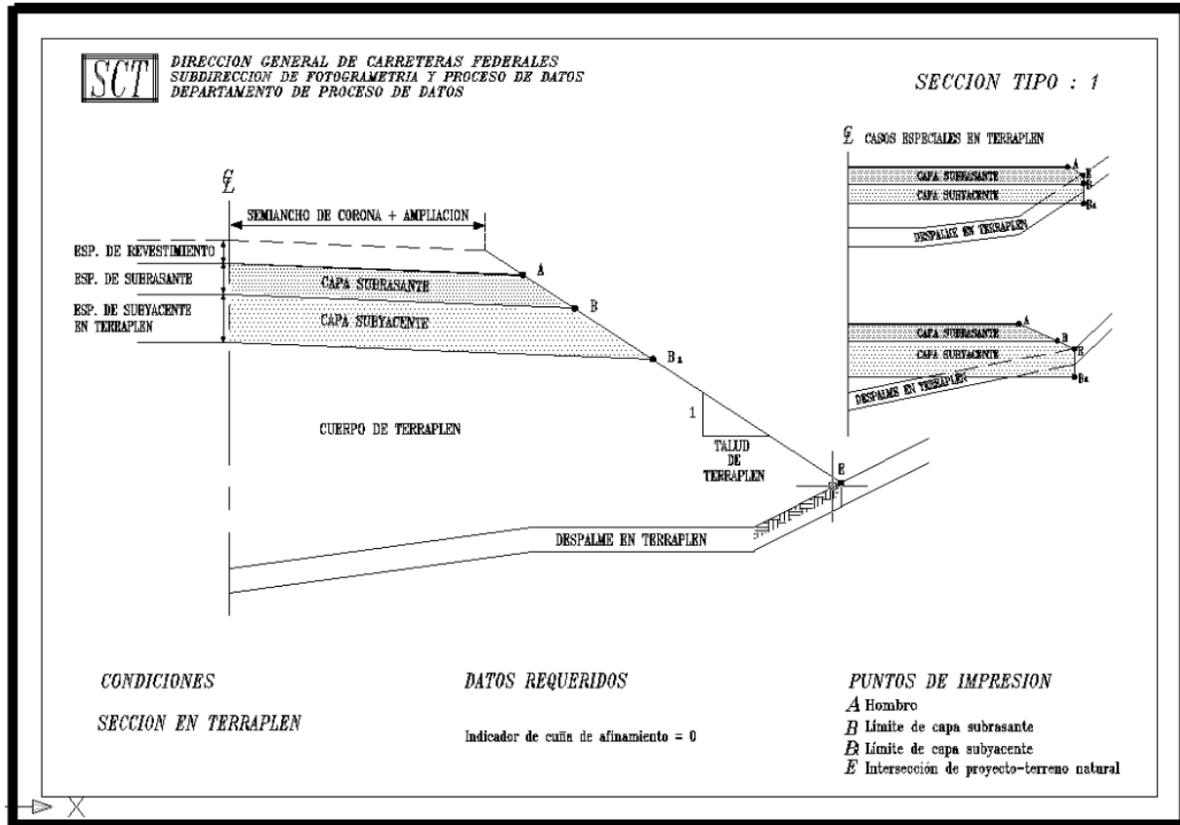


Figura IV.22.- Sección tipo 1

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

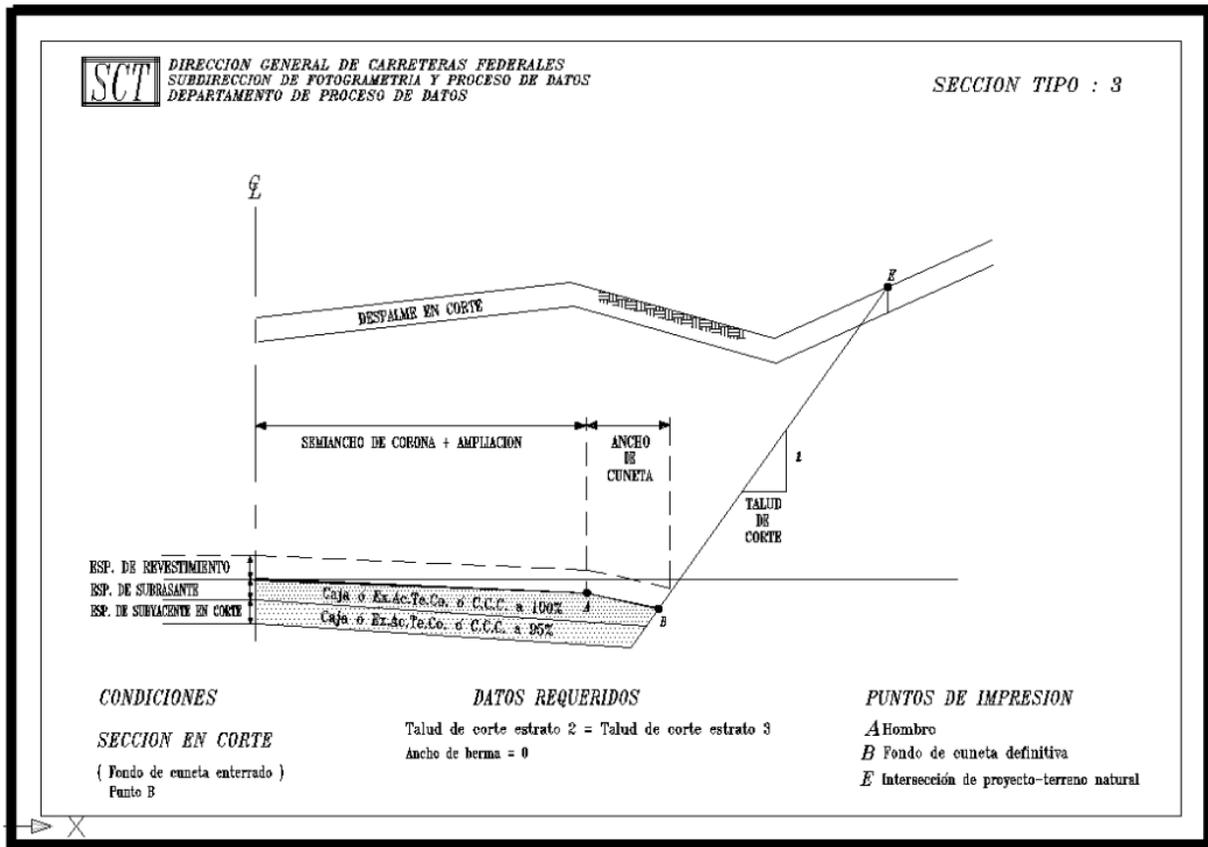


Figura IV.23.- Sección tipo 3

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

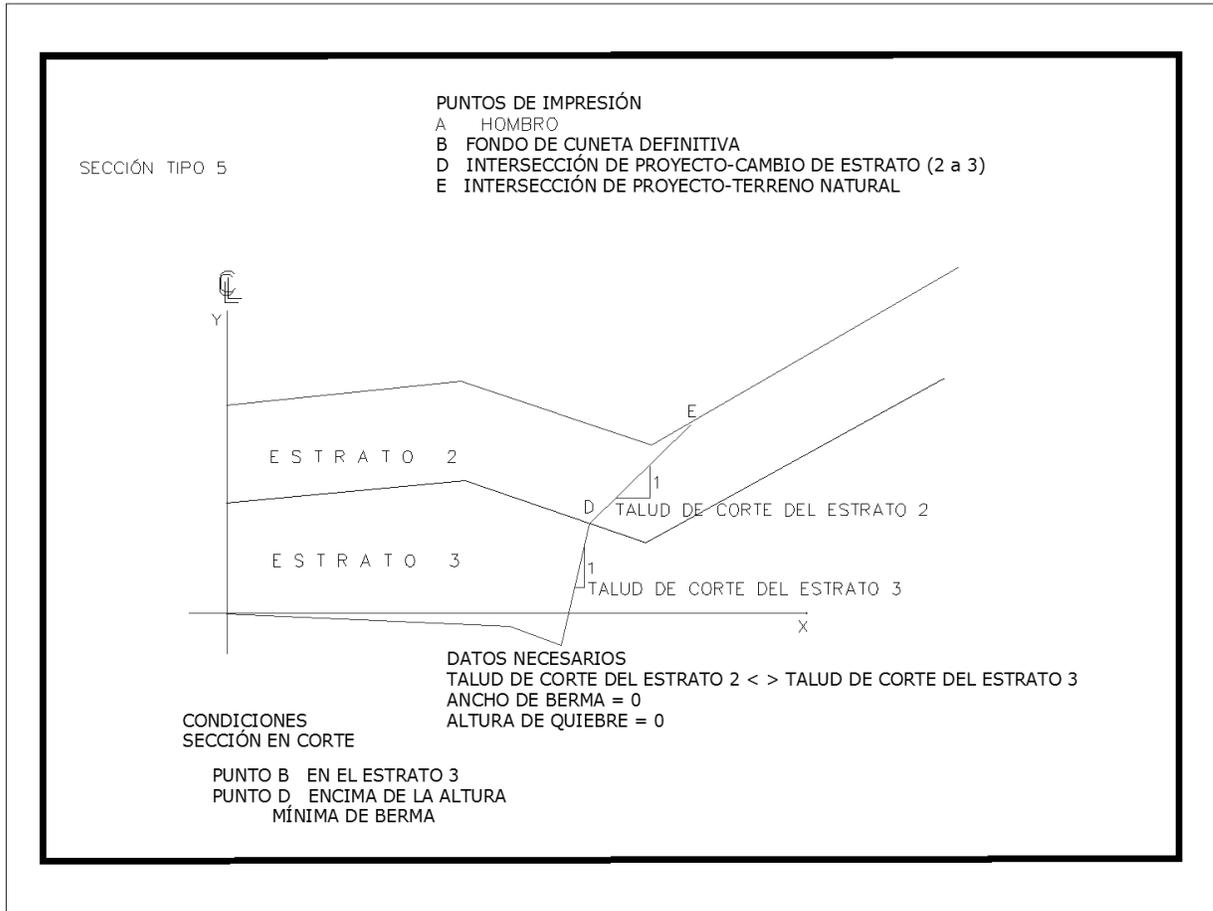


Figura IV.24.- Sección tipo 5

### IV.3) Ordenada de Curva Masa.

Al proyectar un camino no solo es suficiente ajustar a lo indicado en las especificaciones sobre las pendientes, curvas verticales, curvas horizontales, drenaje, compensación por curvatura, etc., para obtener un resultado satisfactorio sino que también es importante conseguir la mejor economía posible en el movimiento de tierras. Esta economía se logra efectuando excavaciones y rellenos solo lo indispensable, y realizando acarrees a la menor distancia posible, de preferencia cuesta abajo.

Este estudio de las cantidades de excavaciones y rellenos, su compensación y movimiento se lleva a cabo mediante un diagrama llamado curva masa o diagrama de masas.

#### DEFINICION

Definición: La curva masa es un diagrama dibujado gráficamente en ejes cartesianos, en donde las ordenadas representan los volúmenes acumulativos de las terracerías y en las abscisas el cadenamamiento respectivo.

Para el cálculo de volúmenes de terracerías y de la ordenada del diagrama de masas, se obtiene del programa de Curva Masa de la SCT, como se vio en el inciso IV.2) *Resultados del Programa de Curva Masa de la S.C.T.*, con el cual es posible optimizar en un tiempo reducido y a bajo costo, tanto el cálculo de volúmenes de terracerías, como el movimiento de las mismas, eliminando el trabajo rutinario de cálculo de alineamiento vertical, el dibujo y proyecto de cada sección de construcción, la medición de las áreas y cálculo de volúmenes geométricos de terraplén y de corte en los distintos estratos y su variación volumétrica.

#### ORDENADA DE LA CURVA MASA.

La ordenada de la curva en una estación determinada es la suma algebraica de los volúmenes de terraplén y de corte, estos últimos afectados por su coeficiente de variabilidad volumétrica debido a que  $1\text{m}^3$  de excavación raramente conserva el mismo volumen en el terraplén, considerados los volúmenes desde un origen hasta esa estación. Se establece que los volúmenes de corte son positivos y los de terraplén negativos.

Estas ordenadas se utilizan para dibujar el diagrama de masas en un sistema de coordenadas rectangulares, donde la abscisa representa el cadenamamiento de la línea y la ordenada muestra volúmenes de corte o terraplén en las terracerías, según sea la curva ascendente o descendente. Este método gráfico nos permite conocer la distribución económica de los volúmenes de excavación.

#### PROPIEDADES DEL DIAGRAMA DE MASAS.

Las principales propiedades del diagrama de masas son las siguientes (ver figura IV.25):

1.-El diagrama es ascendente cuando predominan los volúmenes de corte sobre los de terraplén y descendente en caso contrario.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

2.-En el diagrama se presenta un máximo cuando se pasa de corte a terraplén y un mínimo en caso contrario. Ambos casos indican que las elevaciones de terreno y subrasante coinciden.

3.-Una línea horizontal cualquiera, implica una compensación entre el corte y el terraplén entre sus límites. A esa horizontal se le llama línea distribuidora o compensadora.

4.-Si el diagrama, queda arriba de la línea compensadora, el movimiento de material se realiza de izquierda a derecha, es decir hacia delante.

5.- Si el diagrama, queda debajo de la línea compensadora, el movimiento de tierra se hará de derecha a izquierda.

6.-La diferencia de ordenadas, entre dos puntos con relación a una horizontal, nos define el volumen de corte o terraplén disponible entre ellos.

7.-Cuando la línea original se interrumpe y se continúa por medio de un movimiento ascendente con una compensadora auxiliar, el volumen comprendido entre ambas compensadoras será un desperdicio.

8.-Cuando la compensadora original se interrumpe y se continúa por medio de un movimiento descendente con una compensadora auxiliar, el volumen contenido en la diferencia de ordenadas entre las compensadoras será un préstamo.

9.-El acarreo más económico es el que se tiene cuando la línea compensadora hace mínima la suma total de áreas en corte y terraplén, comprendidas entre el diagrama de masas y la línea compensadora.

10.-La posición de la línea compensadora más económica es aquella que corta el número de veces el diagrama de masas.

11.-El área comprendida entre el diagrama de masas y la línea compensadora representa el volumen total de acarreo de material, entre los puntos de cruce.

La línea compensadora, generalmente no puede ser una sola línea horizontal a través de una distancia muy grande, por lo que tendrá entonces, una sucesión de líneas compensadoras que abarcan tramos reducidos.

Como puede verse, la economía en la construcción de caminos es función directa del movimiento de terrecerías que se provoque, y que naturalmente de la forma en que se realice ese movimiento.

Por ejemplo:

Al realizar un corte, una parte del material que resulte servirá para hacer el terraplén contiguo, pero para construir el terraplén faltante tendríamos que:

- emplear el material restante del corte
- emplear material de préstamo (lateral o de banco)



**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

El emplear una u otra alternativa, dependerá de la distancia que se tenga que acarrear el material en cada caso, pues no debemos pasar por alto la importancia del transporte en el aspecto económico.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

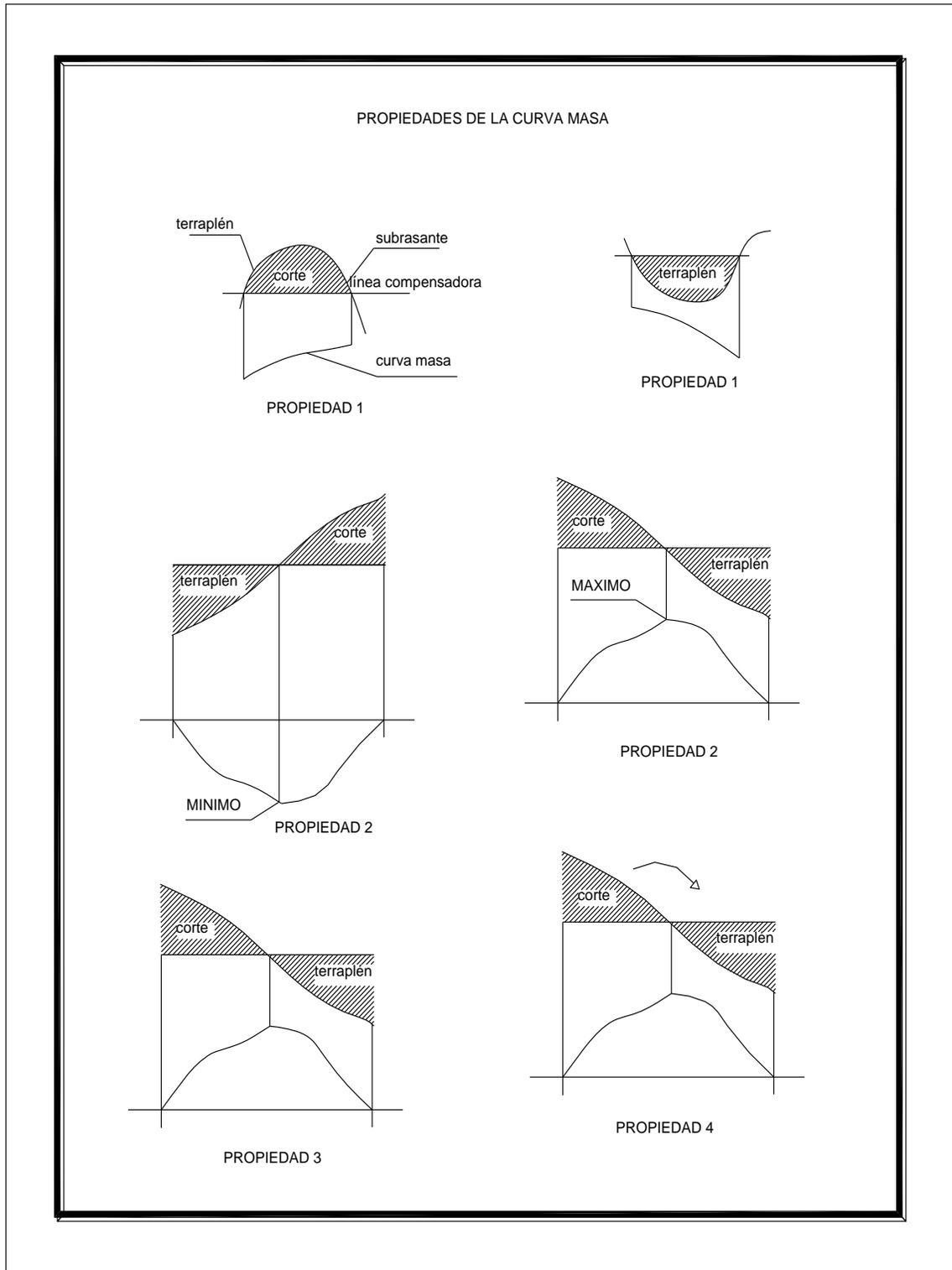


Figura IV.25.-Propiedades de la Curva Masa

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

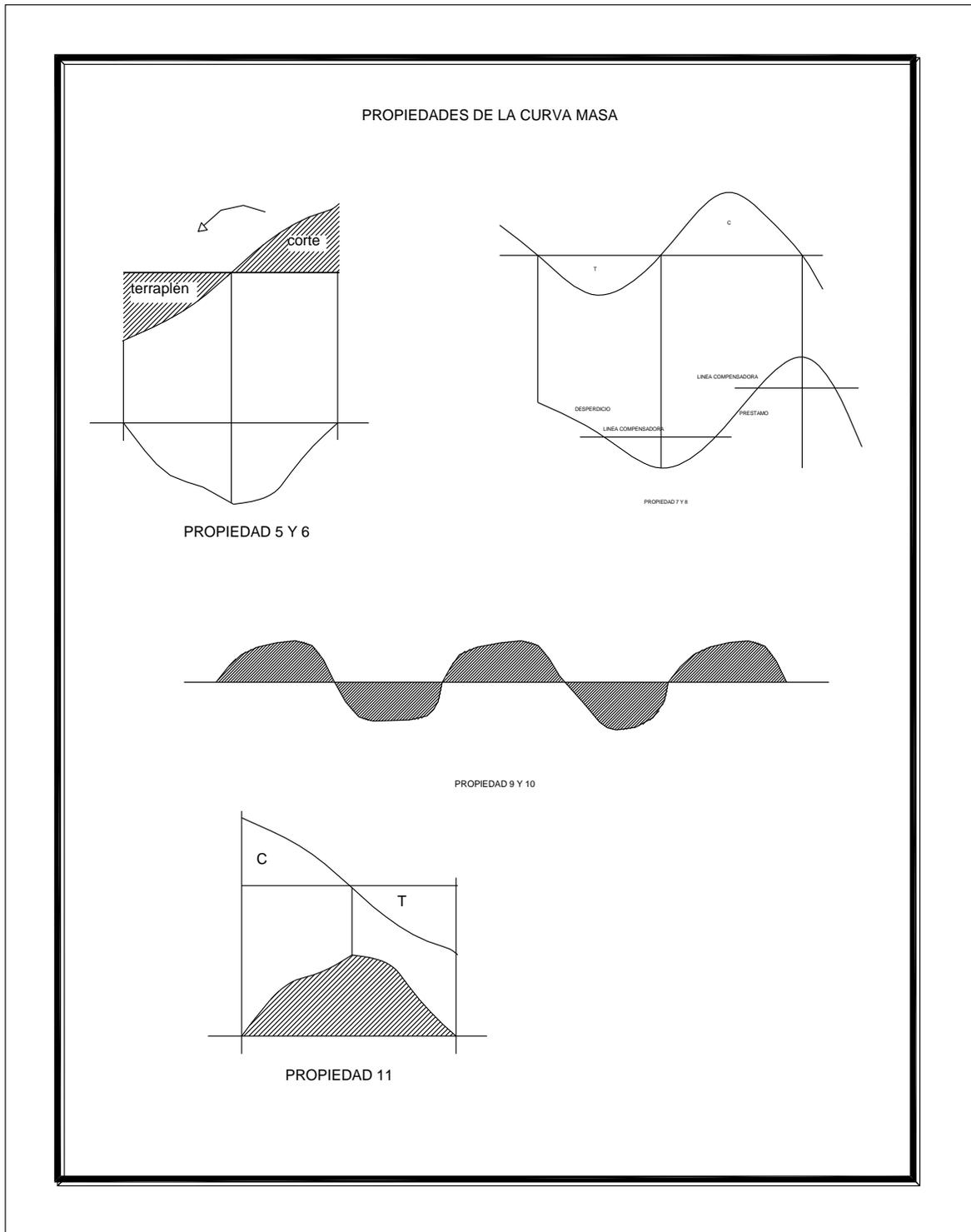


Figura IV.26.-Propiedades de la Curva Masa

En términos generales, la línea de compensación queda de los acarrees mínimos, es aquella que corta el mayor número de veces a la curva masa.

Comparando varios diagramas de curva masa pasará un mismo tramo, el mejor será el más económico, este es aquel cuya suma del importe de las excavaciones incluyendo préstamos, más el valor de los sobreacarrees del menor costo, siempre y cuando se refiera a un perfil aceptable.

## OBJETIVOS

Lo objetivos fundamentales que se buscan al proyectar la curva masa son los siguientes:

- 1.-Compensar volúmenes
- 2.-Fijar el sentido de los movimientos de material
- 3.-Fijar los límites del acarreo libre.
- 4.-Calcular los sobreacarrees.
- 5.-Controlar los desperdicios y préstamos.

### Compensar volúmenes

Cualquier línea horizontal que corte una cima o un columpio de la curva masa, marca los límites de corte y terraplén que se compensan.

### Sentido de los movimientos

Los cortes que en la curva masa quedan arriba de la línea de compensación se mueven hacia delante y los cortes que quedan debajo de la línea de compensación se mueven hacia atrás.

### Acarreo libre

Este tema se verá en el tema acarrees de distancia libre y sobreacarrees.

### Distancia de sobreacarreo

Este tema se verá en el tema acarrees de distancia libre y sobreacarrees.

### Préstamos y desperdicios.

Este tema se verá en el tema préstamos laterales y de banco.

## COMPENSACION DE VOLUMENES DE CORTE Y TERRAPLEN (Figura IV.27)

Los volúmenes, ya sean de corte o de préstamo, deben ser transportados para formar terraplenes; sin embargo, en algunos casos para los volúmenes de corte deben desperdiciarse, para lo cual se transportan a lugares convenientes fuera del camino.

Para determinar todos estos movimientos de terracerías y obtener un costo mínimo, el diagrama de masas es el instrumento con el que cuenta el proyectista.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

Por lo tanto la diferencia entre las ordenadas de la curva masa, en dos puntos cualquiera P y T, expresa un volumen U que es igual a la suma algebraica de todos los volúmenes de corte, positivos, con todos los volúmenes de terraplén, negativos, comprendidos en el tramo limitado por esos dos puntos. En el diagrama citado, la diferencia de ordenadas entre P y T es U; por quedar T arriba de P, expresa que en el tramo hay un excedente U del volumen de corte sobre el de terraplén; si los dos puntos son como el J y el K y éste queda debajo de aquél, la diferencia de ordenadas Q indica el volumen de terraplén en exceso del de corte en ese tramo.

Si en un diagrama de masa se dibuja una línea horizontal en tal forma que lo corte en dos puntos consecutivos, éstos tendrán la misma ordenada, y por consecuencia, en el tramo comprendido entre ellos serán iguales a los volúmenes de corte y los volúmenes de terraplén, o sea que esos dos puntos son los extremos de un tramo compensado.

Esta línea horizontal se llama abertura del diagrama y es la distancia máxima de acarreo al llevar el material de corte al terraplén.

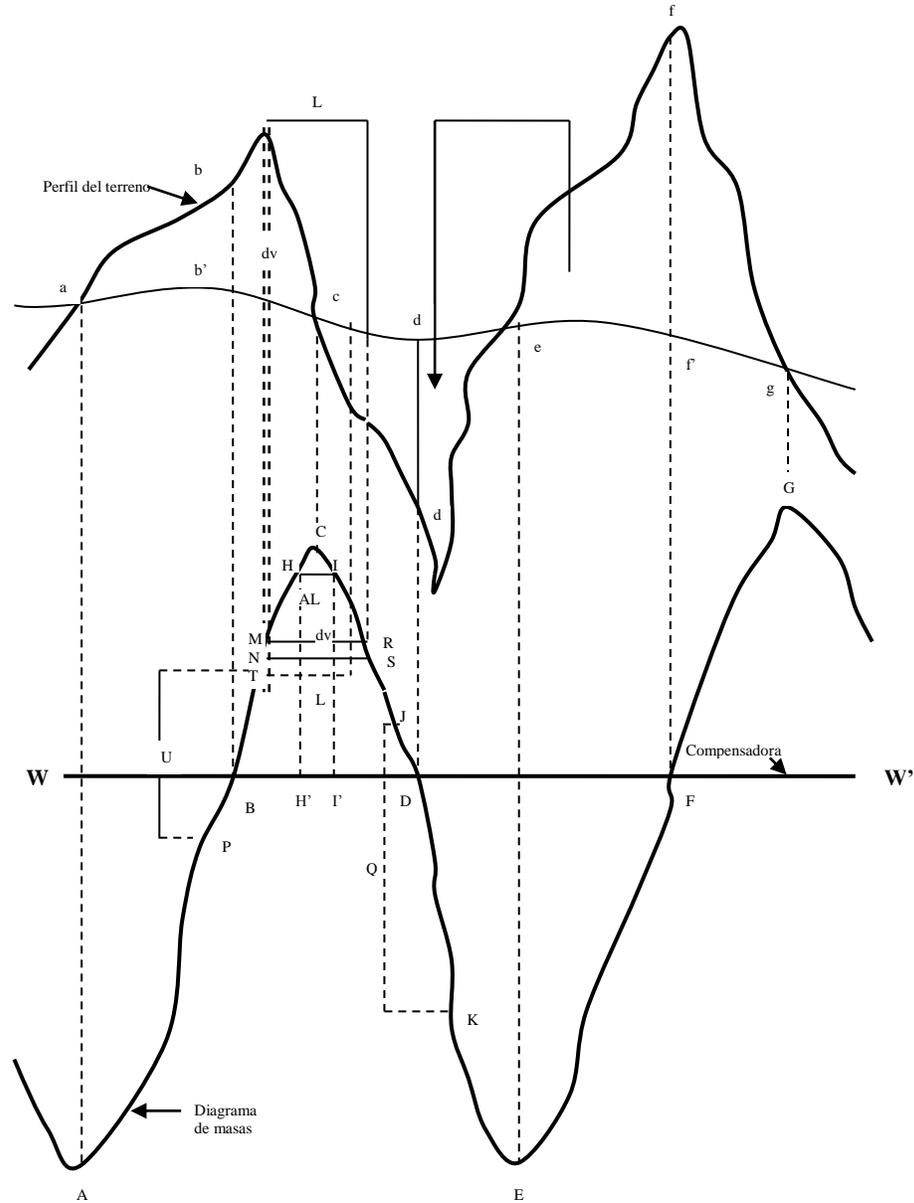
En la figura la horizontal BD es una compensadora, pues la línea BC representa los volúmenes del corte  $bcb'$  que son iguales a los volúmenes del terraplén  $cdd'$  representados por la línea CD del diagrama. La abertura BD es la distancia máxima de acarreo al transportar el volumen del corte  $b'bc$  al terraplén  $cdd'$ .

Cuando en un tramo compensado el contorno cerrado que origina el diagrama de masas y la compensadora  $WW'$  queda arriba de ésta, el sentido del acarreo es hacia delante; contrariamente, cuando el contorno cerrado queda debajo de la compensadora, el sentido del movimiento es hacia atrás

Así, en el diagrama, el contorno cerrado BCDB indica un movimiento hacia delante por estar arriba de la compensadora  $WW'$ , pues el volumen BC del corte  $bcb'$  será llevado al terraplén  $cdd'$  que está adelante. En cambio, el contorno cerrado DEFD que está debajo de la compensadora  $WW'$  indica que el volumen EF del corte  $eff'$  será llevado al terraplén  $ded'$  mediante un acarreo cuyo sentido es hacia atrás.

Las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, representan los acarreos. Si en el corte  $bcb'$  se toma un volumen elemental  $dV$ , que está representado en el diagrama de masas por el segmento MN, que será transportado a una distancia L, para ser colocado en el segmento RS del terraplén, el acarreo elemental será  $dV \times L$  que es precisamente el área del trapecio elemental MNSR; por lo tanto, la suma de todas las áreas de los trapecios elementales, representativos de acarreos elementales, será el área de contorno cerrado BCDB, que representará el monto del acarreo total. Así pues, si se tiene un contorno cerrado formado por el diagrama de masas y por una compensadora, bastará con determinar el área de él, para que, considerando las escalas respectivas, se encuentre el valor del acarreo total.

PROPIEDADES DEL DIAGRAMA DE MASAS



SCT (México 1991) Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 4ta. Reimpresión, México Secretaria de Comunicaciones y Transportes Pp 425-427

Figura IV.27.-Propiedades del Diagrama de Masas

FIJACION DE LA LINEA COMPENSADORA MÁS ECONOMICA.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

En un tramo, la compensadora que corta el mayor número de veces al diagrama de masas y que produce los movimientos de terracería más económicos, recibe el nombre de compensadora general.

Es conveniente obtener una sola compensadora general para un tramo de gran longitud, sin embargo, la economía buscada obliga la mayor parte de las veces a que la compensadora no sea línea continua, sino que debe interrumpirse en ciertos puntos para reiniciarlos en otros situados arriba o debajo de la anterior, lo que origina tramos que no están compensados longitudinalmente cuyos volúmenes son la diferencia de las ordenas de las compensadoras.

La fijación de esta compensadora se puede obtener de las siguientes maneras:

1. Procedimiento grafico (tanteos)
2. Procedimiento matemático (función de precios de acarreo)

**PROCEDIMIENTO GRAFICO Y MATEMATICO.**

**PROCEDIMIENTO GRAFICO**

Este procedimiento consiste en encontrar a “ojo” la posición de la compensadora en donde la suma de los movimientos hacia delante sea igual a la suma de los movimientos hacia atrás. En la Fig. No. IV.28 la suma de las distancias B, D, F se busca a que se igualen a las de A, C, y E. Esto se logra subiendo o bajando la compensadora hasta encontrar la posición en que nos iguale los productos de ambos movimientos, es decir, suma de movimientos hacia delante igual a suma de movimientos hacia atrás.

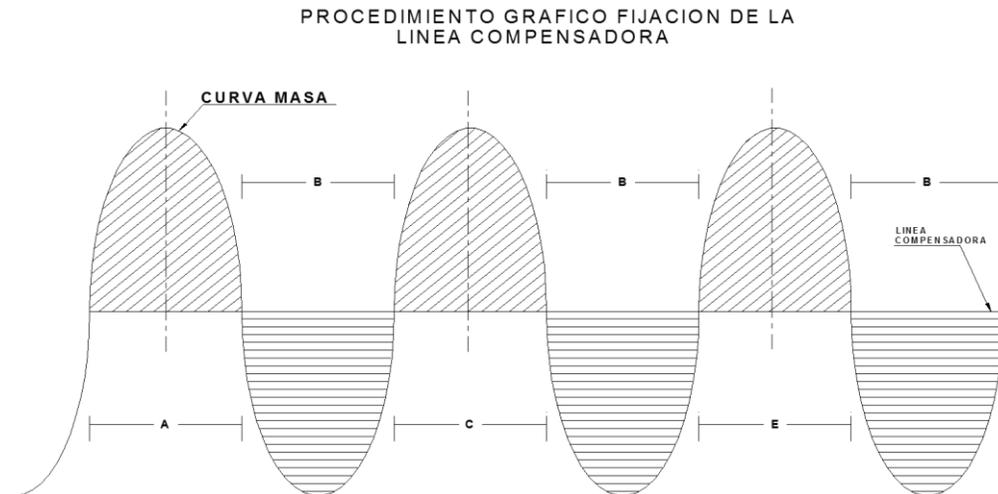


Figura IV.28.-Procedimiento Grafico Fijación de la Línea Compensadora

**PROCEDIMIENTO MATEMATICO.**

Para este procedimiento, el estudio de la compensación longitudinal se presenta en 4 casos, dependiendo de la ubicación de la compensadora general.

1. La compensadora puede quedar ubicada entre préstamos.
2. Entre préstamo y desperdicio
3. Entre desperdicios
4. Entre desperdicio y préstamo

En la Fig. No. IV.29 se puede identificar la ubicación exacta de estos 4 casos. En la figura se tienen las compensadoras generales AA', BB', CC' y DD', que no forman una sola línea continua. La compensadora BB' originan un préstamo entre ella y la AA' por estar localizada abajo de ésta. La compensadora CC' ocasiona un desperdicio entre ella y la BB' por estar arriba de ella así como la compensadora DD' origina otro desperdicio por estar arriba de la CC'.

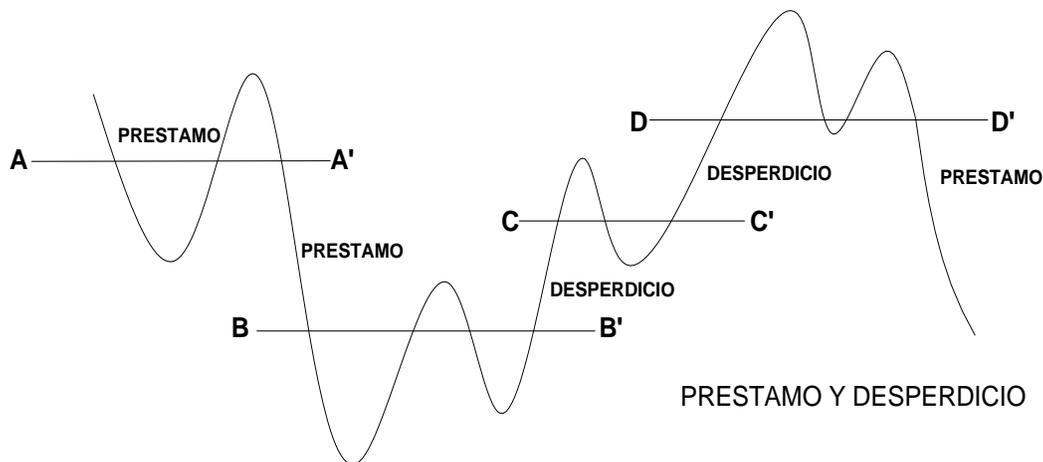


Figura IV.29.- Casos de Líneas Compensadoras

Para el desarrollo de las ecuaciones que a continuación se citan y que rigen la Posición económica de la compensadora para los casos antes descritos, se han empleado la siguiente simbología:

Pat. Es el costo que requiere la construcción de un metro cúbico de terraplén con material producto de préstamo en el punto anterior y contiguo al tramo compensado, este costo incluye los correspondientes a excavación, acarreo, compactación, etcétera.

Pad. Es el costo total que resulta de construir un metro cúbico de terraplén con material producto de préstamo, en el punto posterior y continuo al tramo compensado.

Dad y Dat. Es el costo unitario total del sobreacarreo y/o acomodo del desperdicio de adelante y de atrás respectivamente.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

Dcd y Dct. Son los precios unitarios por concepto de compactación del corte que se desperdicia adelante y atrás respectivamente.

A1, A2, A3, A4... Son las áreas contenidas entre el diagrama y la compensadora general, que representan los montos del acarreo.

C1, C3, C5... Son los coeficientes de variabilidad volumétrica de los materiales de corte que serán acarreados hacia atrás. En la ecuación general se representan por Cnon.

C2, C4, C6... Son los coeficientes de variabilidad de los materiales provenientes de corte que serán movidos hacia adelante. En la ecuación general se representan por Cpar.

Cat. Es el coeficiente de variabilidad volumétrica del material del préstamo de atrás.

Cad. Es el coeficiente de variabilidad volumétrico del material de préstamo de adelante.

Cdd y Cdt Son los coeficientes de variabilidad volumétrica de los materiales producto de los cortes que ocasionan los desperdicios de adelante y de atrás respectivamente

\$A. Es el precio unitario de los acarreos medidos en metros cúbicos  $\alpha$  pues sus distancias se miden en unidades  $\alpha$ .

\$B. Es el peso unitario de los acarreos medidos en metros cúbicos  $\beta$ , pues sus distancias se miden en unidades  $\beta$ .

\$C. Es el precio unitario de los acarreos medios en metros cúbicos  $\gamma$ , pues sus distancias se miden en unidades  $\gamma$ .

AL. Es el acarreo libre.

**COMPENSADORA EN ESTUDIO COMPRENDIDA ENTRE DOS PRÉSTAMOS**

Considere el diagrama de masas QT de la Fig. IV.30 que comprende una serie de movimientos originados por la compensadora general AA' limitada por dos préstamos. La aberturas de esas compensadoras d1, d2, d3...d10.

Si esa compensadora general se mueve hacia abajo a la posición BB' mediante un desplazamiento dV muy pequeño, se habrá alterado el valor de los movimientos de acarreo y los volúmenes de los préstamos que los limitan también en valores muy pequeños. El volumen del préstamo de atrás se incrementa en dV/C1 (d1-AL); el segundo movimiento aumenta en valor igual a dV/C2 (d2-AL); y así sucesivamente; al final, el volumen del préstamo de adelante disminuye en una cantidad igual a dV/Cad.

Para obtener la variación del costo causado por el cambio de la posición de la compensadora cada sobreacarreo, quedando de la forma siguiente:

$$dC = \frac{dV}{Pat} - \frac{dV (d1-AL)}{\$ B} + \frac{dV (d2-AL)}{\$ C} - \frac{dV (d3-AL)}{\$ B} +$$

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

Cat.	C1	C2	C3	
	$\frac{dV (d4-AL)}{C4}$	$\frac{dV (d5-AL)}{C5}$	$\frac{dV (d6-AL)}{C6}$	$\frac{dV (d7-AL)}{C7}$
	\$ A -	\$ B +	\$ A -	\$ C +
	$\frac{dV (d8-AL)}{C8}$	$\frac{dV (d9-AL)}{C9}$	$\frac{dV (d10-AL)}{C10}$	$\frac{dV}{Cad}$
	\$ B -	\$ C +	\$ B -	Pad.

Dividiendo ésta ecuación entre dV y sacando como factores comunes a \$ A, \$ B Y \$ C, Se tendrá:

$$\frac{dC}{dV} = \frac{Pat}{Cat} + \$ A \left[ \frac{d4 - AL}{C4} + \frac{d6 - AL}{C6} \right]$$

$$- \$ B \left[ \frac{d1 - AL}{C1} + \frac{d3 - AL}{C3} + \frac{d5 - AL}{C5} - \frac{d8 - AL}{C8} - \frac{d10 - AL}{C10} \right]$$

$$+ \$ C \left[ \frac{d2 - AL}{C2} - \frac{d7 - AL}{C7} - \frac{d9 - AL}{C9} - \frac{Pad}{Cad} \right]$$

Para que este costo sea mínimo, que es la condición que se busca, es necesario que la relación dC/dV del primer miembro sea igual a cero. Por lo tanto haciendo operaciones, reduciendo y pasando al primer miembro los valores de los préstamos de atrás y adelante se tendrá:

$$\frac{Pat}{Cat} - \frac{Pad}{Cad} = - \$ A \left[ \frac{d4 - AL}{C4} + \frac{d6 - AL}{C6} \right]$$

$$+ \$ B \left[ \frac{d1 - AL}{C1} + \frac{d3 - AL}{C3} + \frac{d5 - AL}{C5} - \frac{d8 - AL}{C8} - \frac{d10 - AL}{C10} \right]$$

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS

$$- \$ C \left[ \frac{d2 - AL}{C2} - \frac{d7 - AL}{C7} - \frac{d9 - AL}{C9} \right]$$

Puede observarse que los términos que contienen las aberturas de la compensadora: Son positivos para las distancias nones que corresponden a distancias hacia atrás, en tanto que son negativos para las distancias pares que pertenecen a movimientos hacia delante; por tanto, la ecuación anterior puede escribirse en la forma general siguiente:

$$\frac{Pat}{Cat} - \frac{Pad}{Cad} = \$ A \left[ \sum \frac{Dnon - AL}{Cnon} - \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right]$$

$$+ \$ B \sum \frac{Dnon - AL}{Cnon} - \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar}$$

$$+ \$ C \left[ \sum \frac{Dnon - AL}{Cnon} - \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right]$$

Aplicando la ecuación en un caso particular, si el primer miembro resulta positivo y el segundo es positivo pero con un valor absoluto menor al primer miembro, habrá que subir la compensadora; si el segundo miembro es positivo pero con un valor absoluto mayor al primero, habrá que bajar la compensadora. En ambos casos el movimiento de la compensadora tenderá a lograr la igualdad dada por la ecuación. Análogamente, si el primer miembro es negativo habrá que bajar la compensadora cuando el segundo miembro sea positivo, o negativo pero con un valor absoluto inferior al primero; si el segundo miembro es negativo, pero el valor absoluto superior al del primero, habrá que subirla.

### COMPENSADORA EN ESTUDIO COMPRENDIDA ENTRE PRÉSTAMO Y DESPERDICIO.

En la misma Fig. IV.30 considérese ahora el diagrama de masas QS cuya compensadora AA' está situada entre un préstamo atrás y un desperdicio adelante; entonces, la ecuación general anterior se cambia a la siguiente:

$$\frac{Pat}{Cat} + \frac{Dad - Dcd}{Cdd} = \$ A \left[ \sum \frac{Dnon - AL}{Cnon} - \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right]$$

$$+ \$ B \left[ \sum \frac{Dnon - AL}{Cnon} - \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right]$$

$$+ \$ C \left[ \sum \frac{Dnon - AL}{Cnon} - \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right]$$

En este caso si el segundo miembro es negativo, o positivo, pero con un valor absoluto inferior al del primer miembro, la compensadora deberá subirse; si es positivo pero con un valor absoluto mayor al del primer miembro, entonces deberá bajarse.

Compensadora en estudio entre un desperdicio y un préstamo. En la misma figura considérese ahora el diagrama de masas RT, cuya compensadora AA' está situada entre un desperdicio atrás y un préstamo adelante; entonces la ecuación general que se debe satisfacer es la siguiente:

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

$$-\frac{Dat}{Cdt} - \frac{Pat}{Cat} + \frac{Dct}{Cdt} = \$ A \sum \frac{Dnon - AL}{Cnon} - \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar}$$

En este caso, si el segundo miembro es positivo, o negativo pero con un valor absoluto inferior al primer miembro, la compensadora deberá bajarse; si el segundo miembro es negativo con un valor absoluto superior al del primero, entonces deberá subirse.

**COMPENSADORA EN ESTUDIO COMPRENDIDA ENTRE DOS DESPERDICIOS**

Finalmente considerada en el diagrama de masas RS, en el que la compensadora AA' está limitada por dos desperdicios; la ecuación general que se debe satisfacer es:

$$\frac{Dad - Dcd}{Cdd} - \frac{Dat - Dct}{Cdt} = \$ A \left[ \sum \frac{Dnon - AL}{Cnon} - \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right]$$

$$+ \$ B \left[ \sum \frac{Dnon - AL}{Cnon} - \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right]$$

$$+ \$ C \left[ \sum \frac{Dnon - AL}{Cnon} - \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right]$$

En este caso, si el primer miembro resulta positivo y el segundo es negativo, o positivo pero con un valor absoluto menor, la compensadora tendrá que subirse; si el segundo miembro es positivo pero con valor absoluto mayor al del primero, la compensadora habrá que bajarla.

Si el primer miembro es negativo y el segundo resulta positivo, o negativo pero con un valor absoluto inferior al del primero, la compensadora deberá bajarse; si el segundo miembro resulta negativo pero con valor absoluto mayor que el del primer miembro la compensadora deberá subirse.

La aplicación práctica de estas 4 ecuaciones es sencilla; basta medir las aberturas en la unidad correspondiente al sobrecarreo en cada movimiento, restarle el acarreo libre y multiplicarla por el precio unitario; los productos así obtenidos serán de signo positivo o negativo según correspondan

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS

a movimientos hacia atrás o hacia delante y se efectúe la suma algebraica de estos productos. Esta suma debe ser igual al primer miembro; si no lo fuere se moverá la compensadora hasta encontrar esa igualdad.

COMPOSICION ECONOMICA DE LA COMPENSADORA

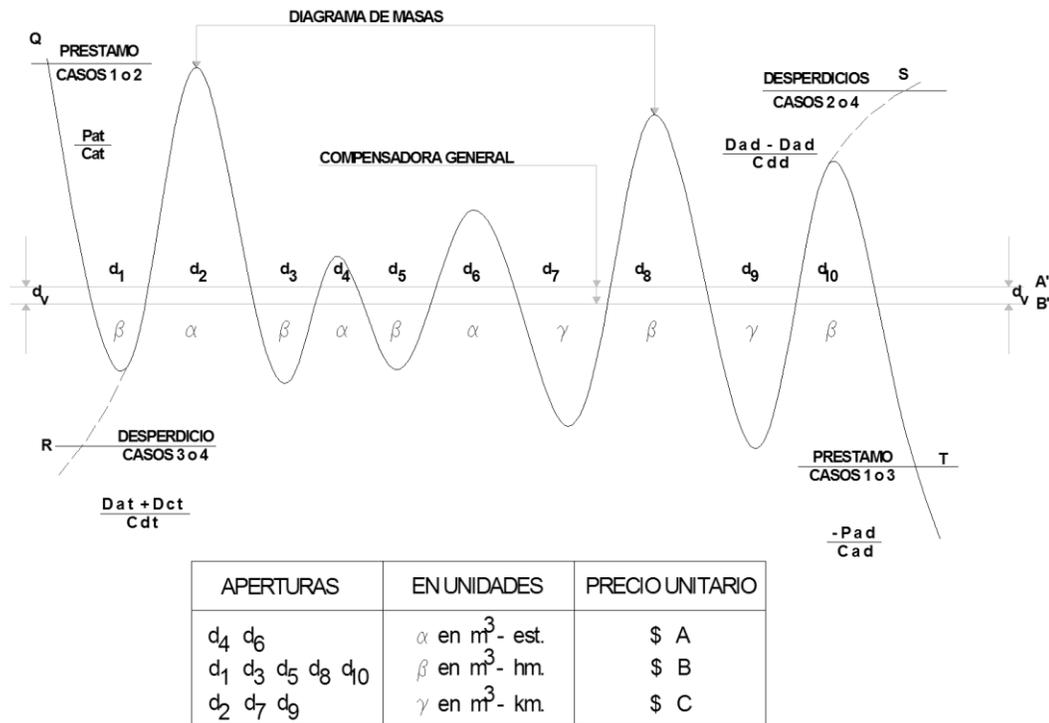


Figura IV.30.-Composicion Económica de la Compensadora

Así por ejemplo, en el diagrama de masas mostrado en la figura IV.31 que se ha dibujado empleando escalas vertical y horizontal 1 cm igual a 200 m<sup>3</sup> y 1 cm igual a 20 m, respectivamente, se tiene que la compensadora a que dan lugar los movimientos, se encuentra localizada entre dos préstamos.

Para la determinación de la posición económica de la compensadora se tienen los siguientes datos y especificaciones.

- 1.-Acarreo libre: 20 m

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

2.-Sobrecarreos:

DISTRIBUCION DE CENTRO A CENTRO DE GRAVEDAD	UNIDAD	APROXIMACION	PRECIO UNITARIO
De 20 a 120 metros	M <sub>3</sub> est	Una decimal	\$ 0.20
De 120 a 520 metros	M <sub>3</sub> hm	Una decimal	0.50
Mayor de 520 metros	M <sub>3</sub> km	Una décima	3.30

Tabla IV.17.- Criterios de Sobrecarreos

En todo movimiento solamente se considerará un solo tipo de sobrecarreo que estará dado por la distancia entre los centros de gravedad de los volúmenes de corte y terraplén.

3.- Costo total de la formación de un metro cúbico de terraplén con material producto de préstamo:

- a) Pat = \$ 7.30
- b) Pad = \$ 7.50

4.- Coeficiente de variabilidad volumétrica tanto para el material de préstamo como para el de corte, igual a 1.00.

Del estudio de los precios unitarios relativo a los 3 tipos de sobrecarreo, se deduce que un metro cúbico de material transportado a la distancia máxima de acarreo correspondiente al sobrecarreo expresado en m<sup>3</sup> est, o sea, 120 m menos el acarreo libre, tendrá un costo de 5 m<sup>3</sup> est x 0.20 = \$1.00; si ese mismo volumen se transportara a una distancia ligeramente mayor, 121 m menos el acarreo libre, su cuantificación se hará en m<sup>3</sup> hm y su costo será de \$ 0.50. Del mismo modo, si un metro cúbico de material se transportara a una distancia máxima de acarreo de los sobrecarreos expresados en m<sup>3</sup> hm, o sea 520 m menos el acarreo libre, tendrá un costo de 5 m<sup>3</sup> hm x 0.50 = \$ 2.50; en cambio, ese mismo volumen transportado a 521 m menos el acarreo libre se medirá en kilómetros y tendrá un costo de 0.5 m<sup>3</sup> km x 3.30 = \$ 1.65.

Así mismo, un análisis del diagrama de masas permite observar que los sobrecarreos ocasionados por los movimientos 1,3 y 4 necesariamente tienen que expresarse en m<sup>3</sup> est, pero que el movimiento numero 2 puede ocasionar un sobrecarreo expresado en m<sup>3</sup> hm. Por tanto, siendo como se ha visto, más económico el sobrecarreo expresado en m<sup>3</sup>/hm, convendrá que la compensadora en estudio origine éste tipo de sobrecarreo en el movimiento número 2.

Siguiendo este criterio se ha fijado la compensadora de prueba MN, que tiene su origen en el eje vertical K y como ordenada la 10,800. Para este ejemplo se aplica la ecuación correspondiente al caso en que la compensadora está comprendida entre dos préstamos, pero como se tiene únicamente dos tipos de acarreo, el segundo miembro de la ecuación queda integrado por 2 sumandos. Por otra parte, como únicamente existe un movimiento cuyo acarreo se va a expresar en m<sup>3</sup> hm y queda por encima de la compensadora, es decir, su sentido es hacia delante, será par; lo que permite simplificar la ecuación expresándola de la siguiente manera:

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

$$\frac{Pat}{Cat} - \frac{Pad}{Cad} = \$ A \left[ \sum \frac{Dnon - AL}{Cnon} - \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right] - \$ B \left[ \sum \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right]$$

Y sustituyendo se tiene para el primer miembro:

$$\frac{Pat}{Cat} = \$ 7.30$$

$$\frac{Pat}{Cat} - \frac{Pad}{Cad} = \$ 7.30 - \$ 7.50$$

$$\frac{Pad}{Cad} = \$ 7.50$$

$$\frac{Pat}{Cat} - \frac{Pad}{Cad} = - \$ 0.20$$

Y para el segundo miembro:

MOVIMIENTO NUMERO	SENTIDO	EXPRESADO EN	LONGITUD DE PAGO	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	Atrás	M3 est	1.7	\$ 0.20	\$ 0.34
3	Atrás	M3 est	4.5	0.20	0.90
2	Adelante	M3 hm	1.6	0.50	0.80
4	Adelante	M3 est	3.8	0.20	0.76

Costo total de los movimientos hacia atrás.... = \$ 1.24  
 Costo total de los movimientos hacia delante = \$ 1.56  
 Diferencia.... = \$ 0.32

Como el valor del primer miembro (- \$ 0.20) es diferente al resultado obtenido (- \$ 0.32), es necesario mover la compensadora. Ahora bien como en el segundo miembro la diferencia resultó negativa, es decir resultó mayor la longitud de la abertura de los movimientos hacia delante, se debe subir la compensadora para alcanzar la igualdad deseada. Por tanto se probará la compensadora UV cuya ordenada tiene un valor de 10,900.

MOVIMIENTO NUMERO	SENTIDO	EXPRESADO EN	LONGITUD DE PAGO	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	Atrás	M3 est	2	\$ 0.20	\$ 0.40
3	Atrás	M3 est	5	0.20	1
2	Adelante	M3 hm	1.5	0.50	0.75
4	Adelante	M3 est	3.2	0.20	0.64

Costo total de los movimientos hacia atrás.... = \$ 1.40  
 Costo total de los movimientos hacia delante = \$ 1.39  
 Diferencia.... = \$ 0.01

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

Ahora es mayor la longitud de la abertura de los movimientos hacia atrás, por lo tanto debe bajarse la compensadora. La posición correcta de la compensadora se puede obtener en forma aproximada empleando el siguiente procedimiento gráfico: La diferencia con respecto al primer miembro de la ecuación dada por la primera compensadora de prueba, convertida a una distancia, es llevada a MO a la izquierda de la vertical K; análogamente la diferencia resultante de la segunda compensadora de prueba, convertida a distancia, es llevada a UO1 a la derecha del eje vertical K, el punto de intersección de la recta OO1, con el eje vertical k dará aproximadamente la ordenada correspondiente a la compensadora buscada.

En el ejemplo que se cita la intersección indica la posición de la compensadora PQ en la ordenada 10,840; comprobando la bondad del método se obtendrían los siguientes resultados:

MOVIMIENTO NUMERO	SENTIDO	EXPRESADO EN	LONGITUD DE PAGO	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	Atrás	M3 est	1.8	\$ 0.20	\$ 0.36
3	Atrás	M3 est	4.6	0.20	0.92
2	Adelante	M3 hm	1.5	0.50	0.75
4	Adelante	M3 est	3.6	0.20	0.72

Costo total de los movimientos hacia atrás.... = \$ 1.28  
 Costo total de los movimientos hacia delante = \$ 1.47  
 Diferencia.... = \$ 0.19

Como el valor del primer miembro (- \$ 0.20) es prácticamente igual que el resultado obtenido (- \$ 0.19) se satisface la ecuación siendo por lo tanto PQ la compensadora económica.

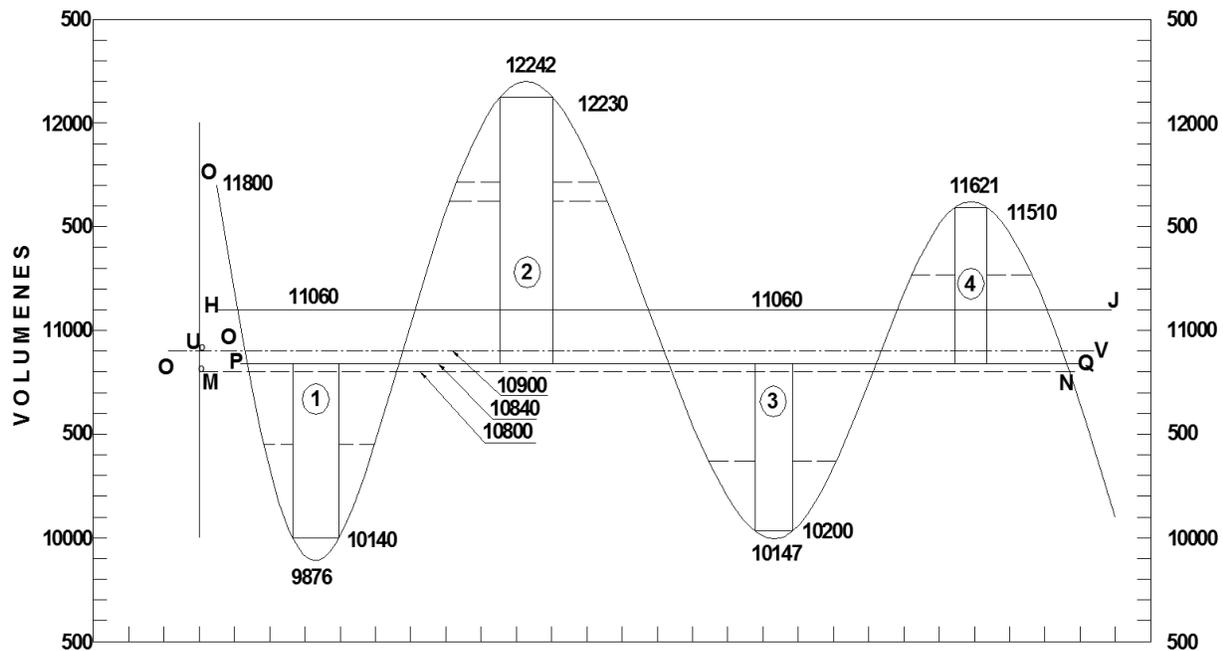


Figura IV.31.- Ubicación de la Compensadora Económica

## ACARREOS DE DISTANCIA LIBRE Y SOBRECARREOS

### ACARREOS

Consisten en el transporte de material producto de cortes o préstamos, a lugares fijados para construir un terraplén o depositar un desperdicio. También se aplica al acarreo de agua para compactación.

La utilización del diagrama de masas en acarreo sirve principalmente para:

- 1.- Compensar los volúmenes.
- 2.- Fijar el sentido de los movimientos del material.
- 3.- Determinar los límites del acarreo libre.
- 4.- Calcular los sobrecarros.
- 5.- Controlar préstamos y desperdicios.

Sentido de los movimientos.- Los cortes arriba de la línea de compensación se mueven hacia delante y los cortes que quedan abajo, se mueven hacia atrás.

Las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, representan los acarros de material entre los puntos de cruce.

El acarreo más económico, es el que se tiene cuando la compensadora hace mínima la suma de áreas.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

La secretaria de comunicaciones y transportes (SCT), clasifica los acarrees de acuerdo con la distancia que hay entre el centro de gravedad de la excavación y el centro de gravedad del terraplén a construir, o del sitio donde el desperdicio se va a depositar en:

- a) acarreo libre. Es el que se efectúa dentro de una distancia de 20 metros.
- b) Sobreacarreo en m<sup>3</sup> – estación. Cuando la distancia entre los centros de gravedad está comprendida entre 20 y 120 m.
- c) Sobreacarreo en m<sup>3</sup> – hectómetro. Cuando la distancia entre los centros de gravedad está comprendida entre 120 y 520 m.
- d) Sobreacarreo en m<sup>3</sup> – Kilómetro. Cuando la distancia entre los centros de gravedad excede de 520 m.

**Acarreo de distancia libre**

Es la distancia máxima a la que puede ser transportado un material, estando el precio de esta operación incluido en el de la excavación. En consecuencia, para no encarecer el precio de la excavación, el acarreo libre debe ser a la mínima distancia requerida por el equipo que lleva a cabo la extracción, carga y descarga del material.

Por convención la secretaria de comunicaciones y transportes (SCT), ha adoptado una distancia de acarreo libre de 20 m. ésta se representa por medio de una horizontal en la zona inmediata a los máximos o mínimos del diagrama de masas.

En el diagrama de masas de la figura IV.32, son conocidas las ordenadas correspondientes a las estaciones 1, 3, 4 y 6, y por supuesto el acarreo libre AL, que estará dividido en los puntos a, b y c.

Se ha dicho, dentro de las propiedades de la curva masa, que la diferencia de ordenadas entre dos puntos cualesquiera expresa un volumen, representados en la figura por las letras Q Y U para terraplén y corte, respectivamente.

La pendiente en la línea correspondiente al terraplén es:

$$P_t = \frac{Q}{\text{Distancia entre estaciones 1 y 3}}$$

Y la pendiente de la línea correspondiente al corte es:

$$P_c = \frac{U}{\text{Distancia entre estaciones 4 y 6}}$$

Por otro lado, se tiene que la ordenada en el punto 2 es igual a la del punto 5 y por lo tanto, en el tramo comprendido entre ellos serán iguales los volúmenes de terraplén.

En esta figura las estaciones que limitan el acarreo libre serán:

$$\text{Est. 2} = \text{Est. 3} - a$$

$$\text{Est. 5} = \text{Est. 4} + c$$

### Distancia media de sobreacarreo

El sobreacarreo es el transporte de los materiales ya sea de corte o de un préstamo que exceda la distancia de 20 m. (acarreo libre).

A la distancia que hay del centro de gravedad del corte (o préstamo), al centro de gravedad del terraplén que se forma con ese material, se le resta la distancia de acarreo libre para tener la distancia media de sobreacarreo. El pago de sobreacarreo se obtiene multiplicando los metros cúbicos del material, medidos en la misma excavación, por el precio unitario correspondiente.

Refiriéndose a la figura IV.33 se tiene, que la distancia de acarreo libre es la horizontal que corta a la curva en los puntos A y C de modo que AC = 20 m. El material por encima de la recta AC es el que se transportara sin costo adicional. El volumen de este material viene dado por la diferencia de ordenadas entre la recta AC y el punto B y es una medida del volumen de corte entre a y b, que forma el terraplén entre b y c.

Considérese ahora el volumen sobre la línea de compensación OD. El estudio de la curva masa y del perfil correspondiente, muestra que el corte de o a b formara el terraplén de b a d. Como el material que queda por encima de la compensadora AC está incluido en el límite de acarreo libre, la otra parte entre las líneas OD y AC que se mide por la ordenada A'A está sujeta a un trasporte adicional o sobreacarreo. Esto es, el volumen comprendido entre o y a debe ser sobreacarreado para formar el terraplén entre c y d.

La distancia media de sobreacarreo entre el corte 0 – a, y el terraplén a formar entre los centros de gravedad del corte 0 – a y el terraplén c – d. Si por los centros de gravedad del corte y del terraplén de se lleva una vertical, ésta cortará a la curva masa en los puntos H y J.

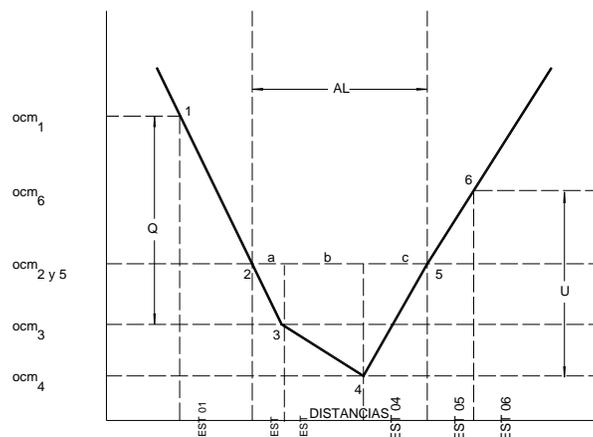


Figura IV.32.-Acarreo Libre

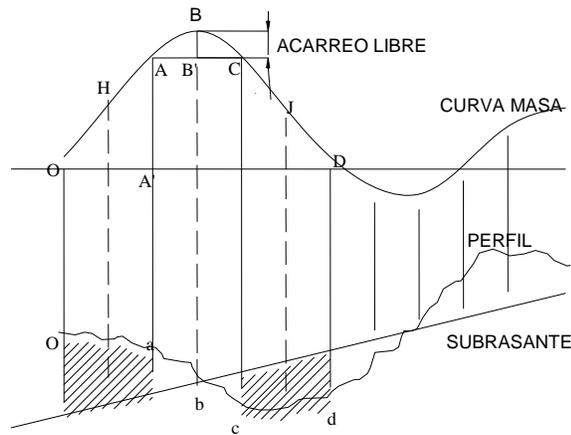


Figura IV.33.-Distancia Media de Sobreacarreo

## PRESTAMOS LATERALES Y DE BANCO

### PRESTAMOS LATERALES

Son excavaciones ejecutadas dentro de fajas ubicadas paralelamente al eje del camino a uno o ambos lados de él, con anchos determinados en el proyecto y cuyos materiales se utilizan exclusivamente en la formación de terraplenes contiguos. El límite exterior de cada faja se fija actualmente a una distancia máxima de cien metros, contados a partir del eje del camino.

### PRESTAMOS DE BANCO

Son los ejecutados fuera del límite de cien metros de ancho indicado en el punto anterior y los ejecutados dentro de dicho límite, cuyos materiales se empleen en la construcción de terraplenes que no estén situados lateralmente a dichos préstamos.

El pago se hace midiendo el volumen geométrico de excavación en metros cúbicos, multiplicándolo por el precio unitario correspondiente. El precio unitario se fija de acuerdo con la dificultad que presenta el material al extraerse y cargarse.

## DESPERDICIOS Y TRATAMIENTO DE LOS MATERIALES

### DESPERDICIOS

Si se determina correctamente, con anterioridad, los factores de abundamiento y reducción de los materiales, se puede observar que los volúmenes de los cortes son suficientes para construir los terraplenes y no hay desperdicios. Sin embargo, es muy común que las determinaciones de los factores antes mencionados no se lleven a cabo y sean nada más supuestos, con lo cual la curva masa no se cumple enteramente y los cortes son suficientes para terraplenar. En algunos casos, parte de los volúmenes de corte deben desperdiciarse, para lo cual se transportaran a lugares convenientes fuera del camino.



**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

CARRETERA:		FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA		DE KM :		30+000.00		A KM:		31+000.00	
TRAMO:		TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES		ORIGEN:		SAN JUAN DEL RIO		ORO			
MOV No.	DE KM : 30+190.00	A KM : 30+222.00	D.M.=6m			MOV No.	DE KM : 30+704.00	A KM : 30+726.00	D.M.=540m		
1	S.A = $\frac{2}{0.97}$	X 0.30	EST	= 1	M3-EST	6	S.A = $\frac{4335}{1.15}$	X 1.00	5 HM	= 3770	M3-5 HM
							S.A = 3770	X 0.40	HM	= 1508	M3-HMAD.
MOV No.	DE KM : 30+242.00	A KM : 30+623.00	D.M.=142m			MOV No.	DE KM : 30+726.00	A KM : 31+000.00	D.M.=123m		
2	S.A = $\frac{3787}{1.15}$	X 1.00	1 HM	= 3293	M3-1 HM	7	S.A = $\frac{6042}{1.15}$	X 1.00	1 HM	= 5254	M3-1 HM
	S.A = 3293	X 0.42	HM	= 1383	M3-HMAD.		S.A = 5254	X 0.23	HM	= 1208	M3-HMAD.
MOV No.	DE KM : 30+623.00	A KM : 30+676.00	D.M.=1132m			MOV No.					
3	S.A = $\frac{8346}{1.15}$	X 1.00	5 HM	= 7257	M3-5 HM		S.A =				
	S.A = 7257	X 6.32	HM	= 45864	M3-HMAD.						
MOV No.	DE KM : 30+676.00	A KM : 30+685.00	D.M.=3600m			MOV No.					
4	S.A = $\frac{1924}{1.15}$	X 1.00	KM	= 1673	M3- KM		S.A =				
	S.A = 1673	X 2.60	KM	= 4350	M3-KMAD.						
MOV No.	DE KM : 30+685.00	A KM : 30+704.00	D.M.=1570m			MOV No.					
5	S.A = $\frac{3931}{1.15}$	X 1.00	5 HM	= 3418	M3-5 HM		S.A =				
	S.A = 3418	X 10.70	HM	= 36573	M3-HMAD.						

Tabla IV.18.- Cálculo de Sobreacarros

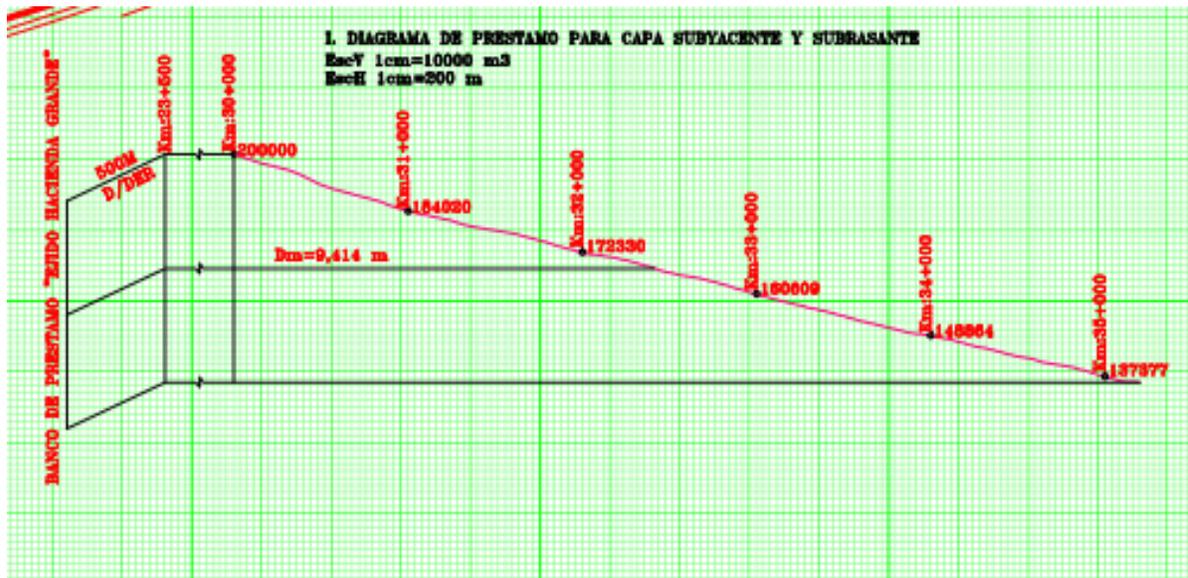


Figura IV.35.- Diagrama de Préstamo para la capa Subyacente y Subrasante

Del procesamiento electrónico en el concepto volúmenes de construcción tenemos que:  
Sumas del kilómetro 30 + 000 al kilómetro 31 + 000.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

CARRETERA: FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA		DE KM : 30+000.00		A KM: 31+000.00	
TRAMO: TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES		ORIGEN: SAN JUAN DEL RIO, QRO.			
<b>P R E S T A M O S D E B A N C O</b>					
<b>C L A S I F I C A C I O N Y S O B R E A C A R R E O S</b>					
MOV. No. <b>I - A</b>	PRESTAMO DEL BANCO: EJIDO HACIENDA GRANDE a 500.00 m D/DER. de EST: 23+500.00			MOV. No.	PRESTAMO DEL BANCO:
	CLASIFICACION: 60 - 40 - 0				CLASIFICACION: - - -
	DEL KM 30+000.00		AL KM 31+000.00	DEL KM	AL KM
	VOL. GEOM. EN EL TERRAPLEN = 15980 m3			VOL. GEOM. EN EL TERRAPLEN = m3	
	COMPACTADO AL 100% = $\frac{6392}{0.93}$	=	6873 m3	COMPACTADO AL 100% =	= m3
	COMPACTADO AL 95% = $\frac{9588}{0.98}$	=	9784 m3	COMPACTADO AL 95% =	= m3
	COMPACTADO AL 90% = $\frac{1.03}{1.03}$	=	0 m3	COMPACTADO AL 90% =	= m3
	VOL. GEOM. EN EL BANCO = 16657 m3			VOL. GEOM. EN EL BANCO = m3	
	DISTANCIA MEDIA DE ACARREO = 9414 m3			DISTANCIA MEDIA DE ACARREO = m3	
	S. A 16657	m3 1er. Km		S. A 0	m3 1er. Km
	S. A 16657	m3 X 9 = 149913 m3 Km Subs.		S. A	m3 X = 0 m3 Km Subs.
	A = 9994	B = 6663	C = 0	A = 0	B = 0 C = 0

Tabla IV.19.- Cálculo del Préstamo de Banco “Ejido Hacienda Grande”

ACARREOS	MATERIAL PRODUCTO DE LOS CORTES					
	M3 Estación	M3 Hm	M3 Hm Ad	M3 5.0 Hm	M3 Hm Ad	
	1		8547	2591	14445	83945
	MATERIAL PRODUCTO DE LOS PRESTAMOS		DESPERDICIO		MATERIAL PRODUCTO DE LOS CORTES	
	M3 1er. Km	M3 1er. Km Subs	M3 1er. Km	M3 1er Km Sub	M3 1er. Km	M3 1er. Km Subs
	16657	149913	0	0	1673	4350

Tabla IV.20.- Acarreos Producto de los Cortes y de Préstamo de Bancos.

#### IV.4) Cantidades de Obra.

#### IMPORTANCIA DE LAS CANTIDADES DE OBRA.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

La construcción de una obra y en especial del tramo en estudio requiere en términos generales de una correcta planeación, ejecución, operación y mantenimiento.

En lo que corresponde a la planeación parte esencial son las cantidades de obra, ya que de esto depende la correcta toma de decisiones, así como evaluar el costo aproximado de la obra y de esta forma cotejar y justificar el costo – beneficio de la inversión.

Una vez que ya se cuentan con los volúmenes de obra el siguiente paso es programar los trabajos a ejecutar detallando los costos y tiempos de cada una de las actividades a realizar, así como sus respectivos frentes o equipos de ataque.

La forma de justificar el pago puntual al contratista, es la entrega de estimaciones de manera periódica y continua, dichas estimaciones están formadas y soportadas y por una serie de generadores en los cuales se detallan los volúmenes de obra ejecutados durante un periodo determinado, dichos generadores, volúmenes y conceptos serán conciliados, autorizados y validados por la supervisión a cargo.

Cabe señalar que una parte importante que influye en el costo de una obra son los requisitos del diseño y especificaciones aplicables al proyecto que hace la S.C.T., y que para el desarrollo de temas se irán mencionando y aplicando conforme lo requiera el tema a desarrollar.

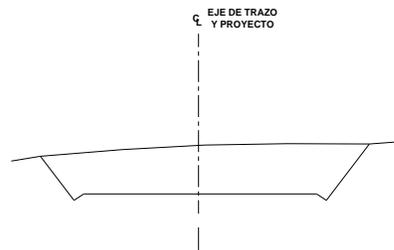
A continuación obtendremos y detallaremos los volúmenes de obra aplicables a la vialidad; para fines de la exposición dividiremos el tema en dos partes, uno de ellos lo hemos encasillado en terracerías, que comprende la descripción de actividades como desmonte, despalme, cortes, bancos, terraplenes acarreo y obras de drenaje, por otra parte los conceptos como la formación de base, sub-base y carpeta asfáltica los englobaremos dentro de la estructura del pavimento.

### **OBSERVACIONES PRELIMINARES**

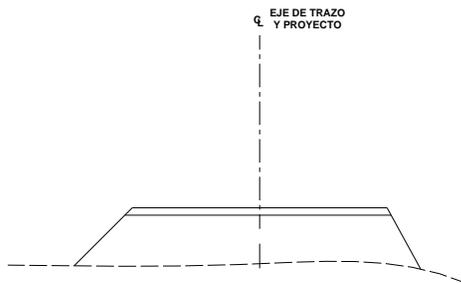
Antes de desarrollar los temas a analizar presentaremos las siguientes observaciones para el tramo en estudio.

1.- en cualquier vialidad a construir se pueden presentar secciones en terraplén, secciones en corte o una combinación de ambas (corte y terraplén.)

**SECCION EN CORTE**



**SECCION EN TERRAPLEN**



**SECCION EN BALCON**

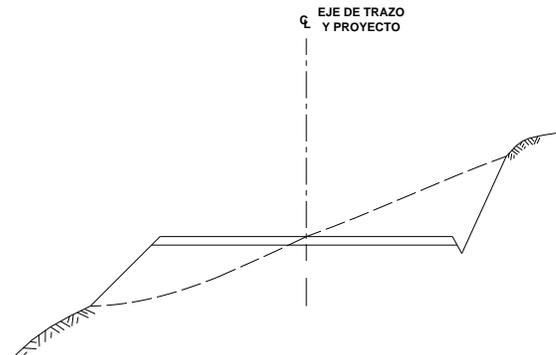


Figura IV.36.- Secciones en Terraplén, Corte y Balcón

2.- Para la determinación de volúmenes se hará necesario contar con los reportes tanto geotécnicos, topográficos, hidráulicos y de curva masa.

3.- La obtención de las áreas y posteriormente la de los volúmenes se obtendrán del proceso electrónico para el caso de terracerías, para el caso de los pavimentos se obtendrán de generadores apoyados de las secciones de construcción generadas del proceso de curva masa.

**DESMONTE (N.CTR.CAR.1.01.001/11)**

“El desmonte es la remoción de la vegetación existente en el derecho vía, en las zonas de bancos, de canales y en áreas que se destinen a instalaciones o cualquier otra edificación, con el objeto de eliminar la presencia de materia vegetal, impedir daños y mejorar la visibilidad” <sup>(1)</sup>

La etapa del desmonte contempla los siguientes pasos o procedimientos:

1.- Tala, consiste en cortar los árboles o arbustos.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

- 2.- Roza, consiste en cortar y retirar la maleza, hierba zacate o residuos de siembras.
- 3.- Desentraicé, que consiste en sacar troncos o tocones con o sin raíces.
- 4.- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto de desmonte al banco de desperdicio.

La ejecución consiste primeramente en la delimitación de la zona de desmonte, la cual para efectos de nuestro proyecto comprende hasta el derecho de vía de nuestra autopista, en el caso de canales y contra cunetas la superficie quedara limitada por las líneas trazadas a lo largo de los cerros de estas.

1. Los trabajos se iniciaran con el desmonte, desentraíce y limpieza general del área en donde quedara alojado el cuerpo del camino, de acuerdo a lo indicado en el proyecto. Por lo regular esta actividad se pueda hacer a mano o con uso de maquinaria dependiendo del tipo de vegetación y del terreno. Para fines de pago la unidad empleada para este concepto será la hectárea.

Nota: Para el caso de nuestro tramo la cantidad de esta actividad es cero, dado que se considera que la vialidad no requiere del desmonte, ya que la presencia de materia vegetal es escasa o nula.

**DESPALME (N.CTR.CAR.1.01.002/11)**

“El despalme es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido con el proyecto o aprobado por la Secretaria, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica u otro material no utilizable.”

El procedimiento para la ejecución del concepto será de la manera siguiente, y apegado a las recomendaciones generales del proyecto, tanto geotécnicas como constructivas:

El espesor del despalmé será el indicado en el proyecto, que en este caso contempla lo siguiente:

El despalme de hará hasta la profundidad indicada en las tablas de datos y de manera conveniente para eliminar el material correspondiente al primer estrato. (Ver tabla del informe de estudios geotécnicos).

El producto del despalme se podrá emplear tanto para el recubrimiento de los taludes del terraplén, así como la reforestación de los mismos. Ver las siguientes recomendaciones.

Con el material producto de despalme, se deberán arropar los taludes de los terraplenes.

Se deberá propiciar la forestación de los taludes de los cortes y terraplenes, con vegetación para evitar la erosión de los mismos.

La unidad de pago para este concepto será por m<sup>3</sup> tanto en despalmes en cortes como en despalmes en terraplenes.

La maquinaria a utilizar para la actividad de desmonte como de despalme podrá ser tanto el uso de tractores de cadena o de neumáticos.

**CORTES (N.CTR.CAR.1.01.003/11)**

Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

Para el caso en particular del tramo en estudio y de acuerdo con las observaciones generales del proyecto se nos indica que el material producto de los cortes correspondientes a los estratos 2 y 3 podrá ser aprovechado para la formación del cuerpo del terraplén con una compactación mínima del 90 % de su PVSM.

A continuación se presenta la clasificación del material de acuerdo a la dificultad que tiene el mismo para ser removido y transportado.

TIPO DE MATERIAL	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES
Material A	Ese material es blando y suelto, que puede ser excavado con pala de mano y cargado eficientemente con herramienta manual, sin ayuda de equipo mecánico; son suelos poco o nada cementados.
Material B	Este material es aquel que no puede ser excavado a mano, por sus características solo puede excavar y cargarse eficientemente con equipo mecánico. El material generalmente son rocas fragmentadas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas, tepetates y piedras sueltas con diámetro mayor de 7.5 cm y menores de 75 cm.
Material C	Es el que por su dificultad de extracción solo puede ser extraído mediante el empleo de explosivos, como lo son las rocas basálticas, areniscas, conglomerados fuertemente cementados, calizas, granitos y también es considerado como material tipo C a las piedras sueltas con una dimensión mayor de 75 cm.

Tabla IV.21.- Clasificación de los materiales para presupuesto.

La clasificación A, B, C también se puede observar el reporte geotécnico de la tabla de Datos para el Cálculo de la Curva Masa.

Cabe señalar que si se presenta la necesidad del uso de explosivos con la finalidad de ejecutar algún corte, dicho manejo, transporte y almacenamiento quedará regulado por la secretaria de la Defensa nacional tal y como lo marca la especificación de la SCT.

Los volúmenes que igualmente tenemos que contemplar son los de los cortes de caja, dichos cortes se generan cuando el nivel de la subrasante queda por abajo del nivel de terreno natural lo que provoca en consecuencia la apertura de la caja para el alojamiento de la capa subyacente, así mismo los cortes toman en cuenta diferentes volúmenes de los estratos para cada uno de los cadenamientos proporcionados por los estudios de geotecnia.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

La determinación de los volúmenes se hará mediante el uso de procesamiento electrónico, previamente dibujado el perfil del terreno y el de la sección de construcción para el cadenamamiento en estudio.

La construcción de obras para el alojamiento de obras de drenaje, para la construcción de canales destinados a conducir y desalojar el agua producto de lluvias o simplemente para el desvío de un cauce, así como la obtención de material producto de un banco de préstamo, generan cortes de materiales, que para efectos del costo de la obra tendrán que ser considerados si es que aplican tales trabajos.

**BANCOS (N.CTR.CAR.1.01.008/00)**

Definición.

Los bancos de materiales son las excavaciones a cielo abierto destinadas a extraer material para la formación de cuerpos de terraplenes, ampliaciones de las coronas, bermas o tendido de los taludes de terraplenes existentes, capas subyacentes o subrasante, así como la fabricación de mezclas asfálticas y de concretos hidráulicos.

Los bancos se pueden clasificar de dos formas:

1.- Laterales:

Estos son ejecutados dentro de las fajas ubicadas fuera de los cerros, en uno o ambos ejes de las terracerías, con anchos determinados por el proyecto y como máximo de 100 m.

2.- De banco:

Son los ejecutados fuera de la franja de 100 m de ancho, es importante la ubicación de los bancos y distancia de desviación en su caso y la clasificación de los materiales.

El banco utilizado para surtir de material al tramo para la formación de la capa subyacente, subrasante, y cuerpo del terraplén es el denominado “Ejido Hacienda Grande” y que a continuación describimos:

Banco de préstamo denominado “Ejido Hacienda Grande” para formar la capa subyacente, subrasante, y cuerpo del terraplén a 500 m. Derecha de estación 23+500.00

Indef. Arena limosa, mezcla de arena, grava y limo (SM).

Comp. 1.03, 0.98, 0.93 (C.V.V)

Clasf. 60-40-00

Vol= 500, 000 m<sup>3</sup> (volumen suficiente)

**TERRAPLENES (N.CTR.CAR.1.01.009/11)**

Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto o la SCT, ampliar la corona, cimentar estructuras formar bermas y bordos, tender taludes. Los materiales para la formación de los terraplenes pueden ser compactables o no compactables. Los materiales que se utilicen en la construcción de terraplenes, cumplirán con lo establecido con las Normas N-CMT-1-01, materiales para terraplén, N-CMT-1-02, materiales para subyacente y N-CMT-1-03, Materiales para subrasante, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la SCT. Los materiales procederán de los cortes o bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaria (DGC).

### **Compactaciones**

La compactación se define como la reducción de los espacios vacíos existentes entre las partículas sólidas de un material, con el objeto de mejorar las sus características de deformidad y resistencia, así como de dar una mayor durabilidad a la estructura formada por este material, esto en función del grado de compactación requerida.

En general los suelos deben compactarse por apisonamiento con el contenido de humedad óptimo, para alcanzar el porcentaje de densidad máxima establecida mediante un esfuerzo de compactación. Entre los beneficios o/ y ventajas de este procedimiento podemos mencionar los siguientes:

- 1.- Incremento de resistencia a los cortes o estabilidad del suelo.
- 2.- La disminución de su permeabilidad.
- 3.- La minimización del asentamiento a futuro del terraplén en sí mismo.

La especificación más común utilizada para carreteras, es la de 95 % de densidad máxima seca que se obtiene en la prueba AASHTO.

La compactación de los terraplenes, capa subyacente, subrasante se hará mediante el amontonamiento (acamellonamiento) y tendido a lo largo y ancho del camino y posteriormente se compactara teniendo los siguientes tipos de compactación, como lo son el 90%, 95% y 100% proctor estándar respectivamente.

Como ya se menciona anteriormente la compactación es el proceso por el cual se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo (Deformación de los mismos), por lo que este proceso implica una reducción del volumen del área de vacíos.

El objetivo principal es la de obtener un suelo que tenga comportamiento mecánico optimo a lo largo de toda la obra así mismo como para el tiempo de vida de la misma.

### **Compactación del terreno natural**

Es la compactación que se le da al terreno natural sobre el que se desplantará el terraplén para proporcionar el peso volumétrico requerido.

Para el caso de nuestro proyecto la indicación para dicho procedimiento es la siguiente.

B.- en todos los casos cuando no se indique otra cosa, el terreno natural, después de haberse efectuado el despalme correspondiente al piso descubierto deberá compactarse al 90 % de su PVSM en una profundidad mínima de 0.20 m; o bandearse según sea el caso.

**Co.Ca.Co. (Compactación de la cama de los cortes)**

Es el tratamiento que se realiza en los cortes, la cama del corte se deberá compactar al 95% de su PVSM en una profundidad mínima de 0.20 m y se deberá proyectar a capa subrasante de 0.30 m de espesor compactándola al 100% con material procedente de banco o aplicando el tratamiento Ex.Ac.Te.Co.

**Bandeado:**

Es el tratamiento que se da por medios mecánicos aplicados al equipo pesado de construcción: existen materiales que por las dimensiones de los fragmentos no se consideran óptimos para una compactación normal, y que los resultados de estos procesos realizados en campo no pueden ser controlados con la prueba de laboratorio (material no compactable).

**Ex.Ac.Te.Co: (Excavación, acamellonado, tendido y compactado)**

Se realiza en cortes, para este caso se escarifican los primeros 0.30 m a partir del nivel superior de subrasante, se acamellona el material del escarificado y se compactara la superficie descubierta al 95% hasta una profundidad de 0.20 m; posteriormente con el material acamellonado se forma la capa subrasante de 0.30 m de espesor.

**ACARREOS (N.CTR.CAR.1.01.013/00)**

Los acarreos son el transporte del material producto de bancos, cortes, excavaciones, desmontes, despalmes y derrumbes, desde el lugar de extracción hasta el sitio de su utilización, deposito o banco de desperdicios, según lo indique el proyecto.

**Prestamos**

Existe préstamo cuando el material de corte no es suficiente o no es adecuado para el relleno y la terminación de la subrasante, lo cual hace necesario traer material de un banco.

Para el caso de nuestra vialidad se hace indispensable los préstamos de materiales para la formación del cuerpo del terraplén, de la capa subyacente y subrasante.

**Acarreo libre.**

El que se efectúa desde el sitio de extracción del material hasta una distancia de veinte metros o hasta la distancia que establezca el proyecto como acarreo libre. Este acarreo se considera como parte del concepto correspondiente a la extracción del material transportado, por lo que no será objeto de medición y pago por separado.

**Sobreacarreos.**

El sobre acarreo es el que se efectúa a partir del acarreo libre (20m) y cuyo precio varía según la longitud acarreada.

Distancia media de acarreo.

Es la distancia que se hace necesaria para transportar, más allá de la distancia de acarreo libre el material producto de corte o préstamo para la formación de terraplenes.

La distancia media de acarreo entre un corte y el terraplén a formar, es la distancia entre los centros de gravedad de dicho corte y el terraplén sin considerar la distancia de acarreo libre.

Esta distancia es obtenida al dividir el área de la curva de masas delimitada por la línea compensadora la del acarreo libre entre la diferencia de ordenadas “h” (volumen) restando los 20m de acarreo libre.

Debido a su longitud y también para efectos de pago de los mismos, los sobreacarreos se dividen en:

- Sobreacarreos en m-est. Comprende hasta cinco estaciones de 20m es decir, hasta 100m contados a partir del término del acarreo libre. Unidad: m-est.
- Sobreacarreos en m- hectómetros. Hasta 5 hectómetros (500m) contados a partir del término de acarreo libre. Unidad: m-hm.
- Sobreacarreos en m-5 hectómetro. A más de cinco hectómetros, hasta 20 hectómetros de (500m a 2000m), contados a partir del término del acarreo libre. Unidad m-5 hm y m-hm ad. (adicional) o subsecuente.

El acarreo a cualquier distancia, para los materiales de préstamo de banco se considera como sigue:

- Para primer kilómetro.
- Para los kilómetros subsecuentes.

El cálculo de los sobreacarreos se limita a multiplicar el volumen de material por la distancia media del acarreo.

A continuación presentaremos los acarreos de materiales aplicables al tramo en estudio.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

CARRETERA: FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA		DE KM: 30+000.00		A KM: 31+000.00	
TRAMO: TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES		ORIGEN: SAN JUAN DEL RIO, GRO.			
PRESTAMOS DE BANCO					
CLASIFICACION Y SOBRECARREROS					
HOV. No. <b>I</b>	PRESTAMO DEL BANCO: EJIDO HACIENDA GRANDE a 500.00 m DIDER. de EST: 23+500.00			HOV. No.	PRESTAMO DEL BANCO:
	CLASIFICACION: 60 - 40 - 0				CLASIFICACION: - - -
	DEL KM 30+000.00	AL KM	31+000.00	DEL KM	AL KM
	VOL. GEOM. EN EL TERRAPLEN = 64,253.00 m <sup>3</sup>			VOL. GEOM. EN EL TERRAPLEN = m <sup>3</sup>	
	COMPACTADO AL 100% = $\frac{25701}{0.93}$	= 27636 m <sup>3</sup>		COMPACTADO AL 100% =	= m <sup>3</sup>
	COMPACTADO AL 95% = $\frac{38552}{0.98}$	= 39339 m <sup>3</sup>		COMPACTADO AL 95% =	= m <sup>3</sup>
	COMPACTADO AL 90% =	= 0 m <sup>3</sup>		COMPACTADO AL 90% =	= m <sup>3</sup>
	VOL. GEOM. EN EL BANCO = 66975 m <sup>3</sup>			VOL. GEOM. EN EL BANCO = m <sup>3</sup>	
	DISTANCIA MEDIA DE ACARREO = 3414 m			DISTANCIA MEDIA DE ACARREO = m	
	S. A 66975 m <sup>3</sup> 1er. Km		S. A 0 m <sup>3</sup> 1er. Km		
	S. A. 66975 m <sup>3</sup> X 9 = 602775 m <sup>3</sup> Km Subs.		S. A. 0 m <sup>3</sup> X = 0 m <sup>3</sup> Km Subs.		
	A = 40185	B = 26790	C = 0	A = 0	B = 0
HOV. No.	PRESTAMO DEL BANCO:			HOV. No.	PRESTAMO DEL BANCO:
	CLASIFICACION: - - -				CLASIFICACION: - - -
	DEL KM	AL KM		DEL KM	AL KM
	VOL. GEOM. EN EL TERRAPLEN = m <sup>3</sup>			VOL. GEOM. EN EL TERRAPLEN = m <sup>3</sup>	
	COMPACTADO AL 100% = m <sup>3</sup>			COMPACTADO AL 100% = m <sup>3</sup>	
	COMPACTADO AL 95% = m <sup>3</sup>			COMPACTADO AL 95% = m <sup>3</sup>	
	COMPACTADO AL 90% = m <sup>3</sup>			COMPACTADO AL 90% = m <sup>3</sup>	
	VOL. GEOM. EN EL BANCO = m <sup>3</sup>			VOL. GEOM. EN EL BANCO = m <sup>3</sup>	
	DISTANCIA MEDIA DE ACARREO = m			DISTANCIA MEDIA DE ACARREO = m	
	S. A 0 m <sup>3</sup> 1er. Km		S. A 0 m <sup>3</sup> 1er. Km		
	S. A. 0 m <sup>3</sup> X = 0 m <sup>3</sup> Km Subs.		S. A. 0 m <sup>3</sup> X = 0 m <sup>3</sup> Km Subs.		
	A = 0	B = 0	C = 0	A = 0	B = 0
<b>CLASIFICACION PRESUPUESTO</b>	<b>MATERIAL " A "</b>	<b>MATERIAL " B "</b>	<b>MATERIAL " C "</b>	<b>TOTAL</b>	
	40185 m <sup>3</sup>	26790 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	66975 m <sup>3</sup>	
<b>TOTAL DE SOBRECARREROS</b>	<b>m<sup>3</sup> 1er. Km</b>	<b>m<sup>3</sup> Km Subs.</b>			
	66975	602775			

Figura IV.37.-Cálculo de los Préstamos de Bancos

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

MOVIMIENTO No.	VOLUMEN GEOMETRICO	DISTANCIA DE S/A	DISTANCIA DE PAGO		VOLUMEN X DISTANCIA		
			CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	
CARRETERA: FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA DE KM: 30+000.00 AL 35+000.00							
TRAMO: TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES ORIGEN: SAN JUAN DEL RIO, QRO.							
DEL KM 30+000 AL KM 31+000							
1	2	6	0.3	EST	1	M3-EST	
2	3787	142	1.0	1HM	3293	M3-1HM	
3	8346	1132	0.4	HM	1383	M3-HMAD.	
4	1924	3600	1.0	5HM	7257	M3-5 HM	
5	3931	1570	6.32	HM	45864	M3-HMAD.	
6	4335	540	1.0	KM	1673	M3- KM	
7	6042	123	2.6	KM	4350	M3-KMAD.	
I-A	16657	9414	1.0	5HM	3418	M3-5 HM	
			10.70	HM	36573	M3-HMAD.	
			1.0	5HM	3770	M3-5 HM	
			0.4	HM	1508	M3-HMAD.	
			1.0	1HM	5254	M3-1HM	
			0.2	HM	1208	M3-HMAD.	
			1.0	KM	16657	m3 1er. Km	
			9.0	KM	149913	m3 Km Subs.	
DEL KM 31+000 AL KM 32+000							
8	65	37	1.9	EST	107	M3-EST	
I-B	12185	9414	1.0	KM	12185	m3 1er. Km	
			9.00	KM	109665	m3 Km Subs.	
DEL KM 32+000 AL KM 33+000							
I-C	12284	9414	1.0	KM	12284	m3 1er. Km	
			9.0	KM	110556	m3 Km Subs.	
DEL KM 33+000 AL KM 34+000							
9	3	20	1.0	EST	3	M3-EST	
I-D	12263	9414	1.0	KM	12263	m3 1er. Km	
			9.0	KM	110367	m3 Km Subs.	
DEL KM 34+000 AL KM 35+000							
10	286	158	1.0	1HM	249	M3-1HM	
I-E	13663	9414	0.6	HM	144	M3-HMAD.	
			1.0	KM	13663	m3 1er. Km	
			9.0	KM	122967	m3 Km Subs.	

Tabla IV.22.- Movimientos de Tierra

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

		DESP CORTE	DESP TERR	CORTE	ESTRATO	CORTE CAJA			C.C.C.		CUERPO	SBY	SBR	RELLENO CAJA		Ex.Ac.Te.Co.		Material		
				2	3	2	3	C.T.N.	95%	100%	TERR	TERR	TERR	95%	100%	95%	100%	A	B	C
SUMA		3,061.00	20,139.00	5,399.00	22,394.00	0.00	392.00	7,951.00	25,338.00	0.00	23,811.00	35,712.00	25,022.00	1,548.00	1,971.00	0.00	5,256.00	2,727.00	11,787.00	13,672.00
30+000.00	31+000.00	1265	3673	4143	22193	0	280	2387	2726	0	12062	8309	4355	1386	1930	0	567	2116	11016	13484
31+000.00	32+000.00	760	3826	852	201	0	112	1869	4534	0	7209	6948	4542	162	41	0	1629	372	606	188
32+000.00	33+000.00	229	4102	0	0	0	0	1304	6283	0	2009	6469	5285	0	0	0	676	0	0	0
33+000.00	34+000.00	173	4060	18	0	0	0	887	4859	0	801	6664	5081	0	0	0	677	8	10	0
34+000.00	35+200.79	634	4478	386	0	0	0	1504	6936	0	1730	7322	5759	0	0	0	1707	231	155	0

Tabla IV.23.- Resumen de Volúmenes de Terracería

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	 <p style="text-align: center;"><b>SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA</b> CENTRO S.C.T. "ESTADO DE QUERETARO"</p> <p style="text-align: center;"><b>CANTIDADES DE OBRA</b></p>														
2	<p>CARRERA: <b>FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA</b> DEL Km.: <b>30+000.00</b> AL Km.: <b>35+000.00</b></p>														
3	<p>TRAMO: <b>TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES</b> ORIGEN: <b>SAN JUAN DEL RIO, QRO.</b></p>														
4	<p>SUP-TRAMO: <b>TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES</b></p>														
5	TERRACERIAS	EXCAVACIONES (VOLUMEN GEOMETRICO)	DESMONTES (PARA DENSIDAD 100%) VEGETACION TIPO											Ha	
13			DESPALMES EN CORTE											3,061 m <sup>3</sup>	
14			TOTAL											28186 m <sup>3</sup>	
15			PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES											20,139 m <sup>3</sup>	
16			MATERIAL A											2,727 m <sup>3</sup>	
17			MATERIAL B											11,787 m <sup>3</sup>	
18			MATERIAL C											13,612 m <sup>3</sup>	
19			MATERIAL APROVECHADO											27,793 m <sup>3</sup>	
20			MATERIAL DESPERDICADO											0 m <sup>3</sup>	
21			CORTE Y ENCAVACIONES ADICIONALES											0 m <sup>3</sup>	
22			MATERIAL APROVECHADO											332 m <sup>3</sup>	
23			MATERIAL DESPERDICADO											0 m <sup>3</sup>	
24			CAJAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES											0 m <sup>3</sup>	
25		MATERIAL APROVECHADO											m <sup>3</sup>		
26		MATERIAL DESPERDICADO											m <sup>3</sup>		
27		REBAJES DE CORONA DE CORTE Y/O TERRAPLEN											m <sup>3</sup>		
28		MATERIAL APROVECHADO											m <sup>3</sup>		
29		MATERIAL DESPERDICADO											m <sup>3</sup>		
30		ESCALONES DE LIGA											m <sup>3</sup>		
31		MATERIAL APROVECHADO											m <sup>3</sup>		
32		MATERIAL DESPERDICADO											m <sup>3</sup>		
33		PRESTAMOS (VOLUMEN)	DESPALME												
34			TOTAL											67052 m <sup>3</sup>	
35			MATERIAL A											40,231 m <sup>3</sup>	
36			MATERIAL B											26,821 m <sup>3</sup>	
37			MATERIAL C											m <sup>3</sup>	
38			DEL BANCO N.º											EJIDO HACIENDA GRANDE 67052 m <sup>3</sup>	
39			DEL BANCO N.º											m <sup>3</sup>	
40			DEL BANCO N.º											m <sup>3</sup>	
41			LATERALES DENTRO DE LA FAJA DE											m <sup>3</sup>	
42														m <sup>3</sup>	
43			COMPACTACIONES	DEL TERRENO NATURAL EN EL AREA DE DESPLANTE DE TERRAPLENES											A 90%: 7,951 m <sup>3</sup> A 95%: m <sup>3</sup>
44				DE LA CAMA DE LOS CORTES											A 95%: 25,338 m <sup>3</sup> A 100%: 0 m <sup>3</sup>
45				DE TERRACERIAS EXISTENTES											A 95%: m <sup>3</sup> A 100%: m <sup>3</sup>
46		DE PAVIMENTOS EXISTENTES											A 95%: m <sup>3</sup>		
47													A 95%: m <sup>3</sup>		
48		FORMACION Y COMPACTACION	DE TERRAPLENES CON O SIN CUÑA DE AFINAMIENTO											BANDEADO: 20,121 m <sup>3</sup> A 90%: 3,630 m <sup>3</sup> A 95%: 35,712 m <sup>3</sup> A 100%: 25,022 m <sup>3</sup>	
49			DE LA CAPA SUPERIOR DE TERRAPLENES CONSTRUIDA SOBRE MATERIAL NO COMPACTABLE											A 90%: m <sup>3</sup> A 95%: m <sup>3</sup>	
50			DEL RELLENO PARA FORMAR CAPA SUBRASANTE EN CORTES											A 95%: 1,548 m <sup>3</sup> A 100%: 1,371 m <sup>3</sup>	
51			EXCAVACION, ACAMELLONADO, TENDIDO Y COMPACTADO											A 95%: 0 m <sup>3</sup> A 100%: 5,256 m <sup>3</sup>	
52														A 100%: m <sup>3</sup>	
53														A 100%: m <sup>3</sup>	
54														A 100%: m <sup>3</sup>	
55	ACARREOS	MATERIAL PRODUCTO DE LOS CORTES													
56		M3 Estación	M3 Hm	M3 Hm A4	M3 5.0 Hm	M3 Hm A4									
57		111	8796	2736	14445	83945									
58		MATERIAL PRODUCTO DE LOS PRESTAMOS													
59	M3 1er. Km	M3 1er. Km Subr	M3 1er. Km	M3 1er. Km Subr	M3 1er. Km	M3 1er. Km Subr									
60	67052	603468	0	0	1673	4350									
61	<p style="text-align: center;">IMP_FORMATO_MOV_TERR    CantObra    CMVOL    IMP_SOBREA</p>														

Tabla IV.24.- Resumen de Cantidades de Obra de Terracería

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**

**Catálogo de conceptos**

Como este presente trabajo tiene como única finalidad de presentar el proyecto geométrico de terracerías, solo se mencionarán los volúmenes de las obras de drenaje, obras complementarias de drenaje, pavimentos, señalamiento y trabajos diversos, ya que es parte íntegra del proyecto ejecutivo. Estas cantidades se resumen en un catálogo de conceptos que se integra en el proyecto ejecutivo. Cuando éste catálogo lleva precios se le conoce como Forma E-7.

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS



RELACION DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA

PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICION

**O B R A :** CONSTRUCCION DE TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTO Y SEÑALAMIENTO DE LA CARRETERA FED 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA, TRAMO TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES KM 30+000 AL KM 35+200 EN EL ESTADO DE QUERETARO.

**CARRETERA :** FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA  
**T R A M O :** TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

No.	INCISO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE
					CON NUMERO	CON LETRA	
		<b>TERRACERIAS 3.01.01</b>					
		<b>CORTES</b>					
	009D	Despalme, despendiendo el material, por unidad de obra terminada (inciso 003-H.03) :					
	009D04	De cortes	m3	3,061.00			
1	009D04a	Para desplante de terraplenes	m3	20,139.00			
2	009D04b	Excavaciones, por unidad de obra terminada (inciso 003-H.04 y EP 003-E.01):					
	009D06	En cortes y adicionales abajo de la subrasante:					
	009D06a	Cuando el material se utilice para la formación de terraplenes	m3	27,793.00			
3	009D06a01	Cuando el material se despende	m3	0.00			
4	009D06a02	Abriendo cajas para desplante de terraplenes:					
	009D06e	Cuando el material se utilice para la formación de terraplenes	m3	392.00			
5	009D06e01	Cuando el material se despende	m3	0.00			
6	009D06e02	<b>PRESTAMOS</b>					
	009E	Excavaciones de prestamos, por unidad de obra terminada :					
	009E04	De banco (inciso 004-H.00) :					
	009E04b	Del banco "EJIDO HACIENDA GRANDE" ubicado a 0.5 Km. y a la derecha del km 23+500 de la Carretera FED 120 San Juan del Rio - Xilitla"	m3	87,052.00			
7	009E04b11	<b>TERRAPLENES</b>					
	009F	<b>Compactación, por unidad de obra terminada (inciso 005-H.09) :</b>					
	009F03	Del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes :					
	009F03a	Para noventa por ciento (90%)	m3	7,981.00			
8	009F03a02	Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	0.00			
9	009F03a03	Para cien por ciento (100%)	m3	0.00			
10	009F03a04	De la cama de los cortes en que no se haya ordenado excavación adicional :					
	009F03b	Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	25,330.00			
11	009F03b03	<b>Formación y compactación, por unidad de obra terminada (inciso 005-H.11 y EP 005-E.07) :</b>					
	009F11	De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobrecanto :					
	009F11a	Bandeado	m3	20,121.00			
12	009F11a02	Para noventa por ciento (90%)	m3	3,690.00			
13	009F11a03	Para noventa y cinco por ciento (95%) en capa Subyacente	m3	35,712.00			
14	009F11a04	Para cien por ciento (100%) en capa Subrasante	m3	25,022.00			

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS



RELACION DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA

PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICION

**O B R A :** CONSTRUCCIÓN DE TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTO Y SEÑALAMIENTO DE LA CARRETERA FED 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA, TRAMO TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES KM 30+000 AL KM 35+200 EN EL ESTADO DE QUERÉTARO.

**CARRETERA :** FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA  
**T R A M O :** TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

No.	INCISO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE
					CON NUMERO	CON LETRA	
15	009F11c	De terrapienes de relleno para formar la subrasante en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional :					
16	009F11c02	Para noventa por ciento (90%)	m3	0.00			
17	009F11c03	Para noventa y cinco por ciento (95%) en capa Subyacente	m3	1,548.00			
17	009F11c04	Para cien por ciento (100%) en capa Subrasante	m3	1,971.00			
18	009F11d	Formación y compactación, excavación, acamellonado, tendido y compactado					
18	009F11d03	Para noventa y cinco por ciento (95%) en capa Subyacente	m3	0.00			
19	009F11d04	Para cien por ciento (100%) en capa Subrasante	m3	5,256.00			
	009I	<b>ACARREOS PARA TERRACERIAS</b>					
	009I03	Sobreacarreo de materiales cuando se trate de obras que se paguen por unidad de obra terminada (Inciso 006-H.03 y EP 006-E.04) :					
20	009I03a	Para distancias hasta de cinco (5) estaciones de veinte (20) metros, es decir, hasta cien (100) metros	m3-est	111.00			
	009I03b	Para distancias hasta de cinco (5) hectómetros, es decir, hasta quinientos (500) metros:					
21	009I03b01	Para el primer hectómetro, es decir, los primeros cien (100) metros	m3-Hm	8,756.00			
	009I03b02	Para la distancia excedente al primer hectómetro, es decir, a los primeros cien (100) metros, incremento por cada hectómetro	m3-hm+1	2,736.00			
22	009I03c	Para distancias hasta de dos (2) kilómetros, es decir, hasta veinte (20) hectómetros :					
23	009I03c01	Para los primeros quinientos (500) metros, es decir, cinco (5) hectómetros	m3 - 5Hm	14,445.00			
24	009I03c02	Para la distancia excedente a los primeros quinientos (500) metros, es decir cinco (5) Hm	m3 - Hm +1	83,945.00			
	009I03d	Incremento por cada Hm adicional a los primeros cinco (5) Hm					
25	009I03d01	Para cualquier distancia, de materiales de préstamo de banco para la construcción de la capa subrasante y para completar la construcción del cuerpo del terraplén :	m3 - 1er Km	67,052.00			
26	009I03d02	Para el primer kilómetro	m3 - Km +1	603,406.00			
	009I04	Sobreacarreo de materiales producto de excavaciones de cortes, por unidad de obra terminada, para distancias mayores a dos (2) kilómetros (EP 006-E.02 y EP 006-E.01) :					
27	009I04a	Para el primer kilómetro	m3-1er Km	1,673.00			
28	009I04b	Para los kilómetros subsiguientes	m3-Km + 1	4,350.00			

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS



RELACION DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA

PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICION

**O B R A :** CONSTRUCCIÓN DE TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTO Y SENALAMIENTO DE LA CARRETERA FED 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA, TRAMO TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES KM 30+000 AL KM 35+200 EN EL ESTADO DE QUERETARO.

**CARRETERA :** FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA  
**T R A M O :** TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

No.	INCISO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE
					CON NUMERO	CON LETRA	
29	047C 047C02h 047D	<b>OBRAS DE DRENAJE 3.01.02</b> EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS Excavado, por unidad de obra terminada, cualesquiera que sean su clasificación y profundidad (párrafo 022-H.01.e) RELLENOS	m3	1,713.65			
30	047D02d 047G	Para la protección de las obras de drenaje, por unidad de obra terminada (Párrafo 023-H.01.d) CONCRETO HIDRAULICO	m3	967.65			
31	047G11a01	Concreto hidráulico, por unidad de obra terminada (inciso 026-H.10), colado en seco :	m3	113.55			
32	047G11a03	De f'c = 100 kg/cm2	m3				
33	047G11a04	De f'c = 150 kg/cm2	m3	371.54			
34	047G11a10	De f'c = 200 kg/cm2	m3	166.14			
35	047G11a11	De f'c = 250 kg/cm2	m3				
	047H	ACERO PARA CONCRETO HIDRAULICO					
	047H04	Acero de refuerzo, por unidad de obra terminada (inciso 027-H.03) :					
36	047H04a01	Vanillas de límite elástico igual o mayor de 4,000 kg/cm2	Kg.	24,366.37			
	047L	ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO					
	047L03	Tubería de concreto, por unidad de obra terminada (inciso 031-H.02) :					
	047L03e	Reforzado, de f'c = 300 kg/cm2 :					
37	047L03e01	De 150 cm de diámetro	m	36.25			
	047X	DEMOLICIONES					
	047X01	Demoliciones, por unidad de obra terminada (inciso 044-H.01) :					
38	047X01a02	De tercera clase :					
	047X01a02a	Con mortero de cemento	m3	302.36			
39	047X01c	De concreto hidráulico :	m3	27.35			
40	047X01c02	Reforzado	m3	21.63			
41		CAMA DE ARENA					
42		MALLA ELECTROSOLDADA E 0X6 DE 10 X 10 cm	m2	51.32			

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS



## RELACION DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA

PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICION

**O B R A :** CONSTRUCCIÓN DE TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTO Y SEÑALAMIENTO DE LA CARRETERA FED 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA, TRAMO TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES KM 30+000 AL KM 35+200 EN EL ESTADO DE QUERETARO.

**CARRETERA :** FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA  
**T R A M O :** TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

No.	INCISO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	CON NUMERO	PRECIO UNITARIO		IMPORTE
						CON	LETRA	
43	006E	<b>SUB- BASE Y BASES</b> Sub- base y base, por unidad de obra terminada (EP.05) Extracción, trituración, acarreo y almacenaje de materiales para base hidráulica del banco que elija el contratista. (EP.05) Formación y compactación de base hidráulica compactada al cien por ciento (100 %) (EP.05) Base hidráulica compactada al 100%	m3	22,796.00				
	006E07							
	006E07b							
	006E07c							
	006E07c02							
	006G							
44	006G07	<b>MATERIALES ASFALTICOS</b> <b>Materiales asfálticos por unidad de obra terminada (inciso 076-H.05)</b> Emulsiones asfálticas Empleados en riegos. Catiónica en riegos de impregnación Catiónica en riegos de liga para recibir la carpeta de concreto asfáltico. Catiónica en riegos de liga para recibir la base de concreto asfáltico. Catiónica en riegos de liga para recibir sello con agregado 3E Cemento asfáltico empleado en concreto asfáltico por unidad de obra terminada. (inciso 076-H.06) Cemento asfáltico núm. 6 AC-20 o similar en carpeta asfáltica Cemento asfáltico núm. 6 AC-20 o similar en base asfáltica Barrido de la superficie por tratar, por unidad de obra terminada (inciso 075-H.01)	lts lts lts lts Ton Ton ha	163,800.00 32,760.00 76,440.00 163,800.00 1,155.20 1,225.50 10.92				
	006G07c							
	006G07c02							
	006G07c02d							
	006G07c02f							
47	006G100	<b>BASE ASFALTICA</b> Base asfáltica, por unidad de obra terminada (EP.06) Extracción, trituración, almacenaje y acarreo de materiales para base asfáltica del banco que el contratista elija (EP.006) Formación y compactación de base asfáltica compactada al noventa y cinco por ciento (95 %) (EP.06)	m3	11,151.40				
	006G00B							
	006102							
51								
52								

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS



RELACION DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA

PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICION

**O B R A :** CONSTRUCCIÓN DE TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTO Y SEÑALAMIENTO DE LA CARRETERA FED 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA, TRAMO TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES KM 30+000 AL KM 35+200 EN EL ESTADO DE QUERETARO.

**CARRETERA :** FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA  
**T R A M O :** TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

No.	INCISO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	CON NUMERO	PRECIO UNITARIO	
						CON LETRA	IMPORTE
53	006L	CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO Carpeta de concreto asfáltico, por unidad de obra terminada: Extracción, trituración, almacenamiento y acarreo de materiales para carpeta asfáltica del banco que el contratista elija (EP 007)	m3	7,797.37			
54	006L00b	Formación y compactación de carpeta asfáltica compactada al noventa y cinco por ciento (95 %) (EP 07)	m2	109,200.00			
55		SELLO CON AGREGADO 3-E Riego de sello tipo 3E, por unidad de obra terminada (EP.06) Extracción, trituración, almacenamiento y acarreo de materiales para riego de sello del banco que el contratista elija (EP 006)	m3	1,201.20			
56	047W03004 047W03004b 047W03005	<b>SEÑALAMIENTO</b> M - 7 Rayas separadoras de carriles : Color amarillo reflejante, de 15 cm de ancho (longitud efectiva) - Discontinua M - 6 Rayas en las orillas de la calzada :	m	10,400.00			
57	057W03005b	Color amarillo reflejante, de 15 cm de ancho (longitud efectiva)- Continua	m	10,400.00			
58	057W03005d	Color blanco reflejante, de 15 cm de ancho (longitud efectiva)-Continua	m	1,220.00			
59	057W03005d	Color blanco reflejante, de 15 cm de ancho (longitud efectiva)-Discontinua	m	9,180.00			
60	047Y12 047Y12c 047Y14	TRABAJOS DIVERSOS Defensas metálicas de lámina galvanizada tipo AASTHO M - 180, incluyendo sus accesorios, por unidad de obra terminada De 3 crestas, sencilla Cercado del derecho de vía, con postes de concreto y cuatro (4) líneas de alambre de púas, por unidad de obra terminada (EP 044-E.03)	m	720.00			
61	047Y17a01	SP - 6 Curva :	m	10,400.00			
62	047Y17a01g	De 117 x 117 cm	pza	2.00			
63	047Y17a24 047Y17a25	SP - 29 Pendiente peligrosa : De 117 x 117 cm	pza	1.00			
64	047Y17a25g	SP - 30 Zona de derrumbes : De 117 x 117 cm	pza	2.00			

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS



RELACION DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA

PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICION

**O B R A :** CONSTRUCCION DE TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTO Y SENALAMIENTO DE LA CARRETERA FED 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA, TRAMO TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES KM 30+000 AL KM 35+200 EN EL ESTADO DE QUERETARO.

**CARRETERA :** FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA  
**T R A M O :** TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

No.	INCISO	D E S C R I P C I O N	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE
					CON NUMERO	CON LETRA	
65	047Y17b04 047Y17b04g	SR - 9 Velocidad : De 117 x 117 cm	pza	3.00			
66	047Y17b30	SR - 34 Uso obligatorio de cinturón de seguridad : De 117 x 117 cm	pza	2.00			
67	047Y17c011	SII - 14 Kilometraje con ruta, de 30 x 120 cm con escudo	pza	2.00			
68	047Y17c011 047Y17c02	SII - 15 Kilometraje sin ruta, de 30 x 76 cm sin escudo De destino :	pza	8.00			
69	047Y17c02a 047Y17c02a3	SID - 8 Acceso a poblado : De 56 x 239 cm	pza	3.00			
70	047Y17c02d	SID - 11 Confirmativa : De 56 x 300 cm, con dos tableros	pza	1.00			
71	047Y17c03 047Y17c03f	De recomendación : SIR de 56 x 239 cm	pza	4.00			
72	047Y17c06r	SIS - 19 Parada de autobús : De 117 x 117 cm	pza	6.00			
73	047Y17c07c	SIT - 3 Balneario, de 117x117 cm	pza	6.00			
74	047Y17c07c	SIT - 3 Balneario, de 117x117 cm, con un tablero	pza	3.00			
75	047Y17e04a 047Y17e05 047Y17e05a	OO - 5 de 30 x 122 cm Indicadores de alineamiento : OO - 6 de 13 cm de diámetro y 100 cm de altura, fantasma (EP 075-E.4.5)	pza	12.00			
76	047Y16 047Y16a	Viaetas : Con reflejante en una cara, por unidad de obra terminada (EP 044-E.07) :	pza	491.00			
77	047Y16a01	Amanilla	pza	346.00			
78	047Y16a02	Bianca	pza	906.00			
79	047Y 047Y02 047Y02b 047Y02b01	<b>TRABAJOS DIVERSOS</b> Guarniciones de concreto hidráulico (Inciso 044-H.01) : Coladas en el lugar. De fc = 200 kg/cm2, de 1,110 cm2 de sección para camellón central	m <sup>2</sup>	10,400.00			

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO IV PROYECTO DE TERRACERIAS**



**RELACION DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA**

**PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICION**

**O B R A :** CONSTRUCCIÓN DE TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTO Y SEÑALAMIENTO DE LA CARRETERA FED 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA, TRAMO TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES KM 30+000 AL KM 35+200 EN EL ESTADO DE QUERETARO.

**CARRETERA :** FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA  
**T R A M O :** TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

No.	INCISO	D E S C R I P C I O N	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE
					CON NUMERO	CON LETRA	
80	047Y03	Bordillos de concreto asfáltico (inciso 044-H.02): De 130 cm2 de sección (15 cm de base mayor, 8 cm de base menor y 12 cm de altura) Recubrimiento de cunetas y contracunetas (inciso 044-H.04): Cunetas (EP 044-E.14): Con concreto hidráulico simple de Fc = 150 kg/cm2 con agregado de tamaño máximo de 30 mm (1 1/2") Contracunetas (inciso 044-H.04): Con concreto hidráulico simple colado en el lugar, de Fc = 150 kg/cm2	m3	4.340.00			
81	047Y05a	Lavaderos:	m3	27.30			
82	047Y05b	De concreto hidráulico, por unidad de obra terminada (inciso 026-H.10), de Fc = 150 kg/cm2 con agregado de tamaño máximo de 19 mm (3/4") Excavación de zanjas, en cualquier clase de material, para obras de drenaje (contracunetas)	m3	347.00			
84	047Y06		m3	139.00			

SUMA TOTAL  
IVA 15%  
**IMPORTE TOTAL**

NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FISICA

NOMBRE Y CARGO DEL SIGNATARIO

## CAPITULO V.- PRESENTACIÓN DE PLANOS DEFINITIVOS

Objetivo.- Presentar el proyecto geométrico a base de Planos que definan las características geométricas horizontales, verticales y transversales para la construcción y modernización de la carretera en estudio.

### V.1) Contenido de Planos.

Para el proyecto de terracerías que se está presentando en este trabajo se realizaron los siguientes planos:

**Plantas de kilómetro** que contienen datos topográficos, alineamiento horizontal, alineamiento vertical, datos geotécnicos, cantidades de obra de terracerías y de drenaje, movimientos de tierra, diagramas de curva masa, sección tipo, datos generales del proyecto.

**Planta general** por cada cinco kilómetros que contiene datos topográficos, datos de alineamiento horizontal, sección tipo, datos generales del proyecto.

Para la etapa del proyecto geométrico del alineamiento vertical (propuesta de subrasante definitiva) se presenta un **perfil de trabajo** que contiene los siguientes datos: elementos principales del alineamiento horizontal (PST, PC, PT, TE, EC, CE y ET), azimutes (AZAC) y longitud de tangentes libres; perfil del terreno, escalas 1:2,000 horizontal y 1:200 vertical, con la propuesta de la subrasante definitiva; ubicación, tipo y rasante mínima por estructuras y drenaje menor; datos geotécnicos (características de los materiales a lo largo de la línea de proyecto, coeficientes de variabilidad volumétrica, taludes de proyecto, clasificación de pago y recomendaciones de aprovechamiento y tratamiento de los materiales).

Previo a la revisión de proyecto geométrico del alineamiento vertical. Se recabaron de la SCT DGC, el Vo.Bo. de la revisión de los datos de campo, geotecnia, tipo y dimensiones de las alcantarillas necesarias, incluyendo rasante mínima y funcionamiento de drenaje.

En el perfil de trabajo se presenta a una escala adecuada, la ORDENADA DE CURVA-MASA para en base a los bancos de préstamo de materiales y los movimientos de terracerías se ubique la compensadora económica, una vez determinada la compensadora se calcularon los movimientos de terracerías tanto de compensación longitudinal como de los bancos de préstamo y bancos de tiro si es el caso, puesto que este proyecto no hubo desperdicio no hubo cálculo, se presenta una relación de movimientos por kilómetro, se presentan las cantidades de obra por kilómetro, parciales por cada 5 kilómetros.

Y por último se presenta un **plano de secciones de construcción** o en su defecto el archivo electrónico de estas secciones, generado a través del programa de curva masa de la SCT, el cual se explicó en el capítulo IV Proyecto de Terracerías.

Los datos antes descritos los cuales estarán en cada uno de los planos mencionados se detallarán más adelante en cada inciso correspondiente de este capítulo.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS**

**V.2) Plantas de Kilometro.**

Se enlista una relación de lo que contiene la Planta de Kilometro y sus características (Figura V.12):

- Este plano tiene una dimensión de 900 mm x 600 mm formatos establecidos por la Dirección General de Carreteras Federales de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.
- Curvas de nivel con equidistancias de un metro entre ellas, conformando una franja de 60 m. como mínimo tomando como centro el eje del camino existente (si existe), la escala es de 1:2000.
- Eje de trazo en color rojo.
- Eje de proyecto en color rojo distinguiéndose del eje de trazo en el caso que existiera desplazamiento.
- Camino actual.
- Camino del proyecto.
- 

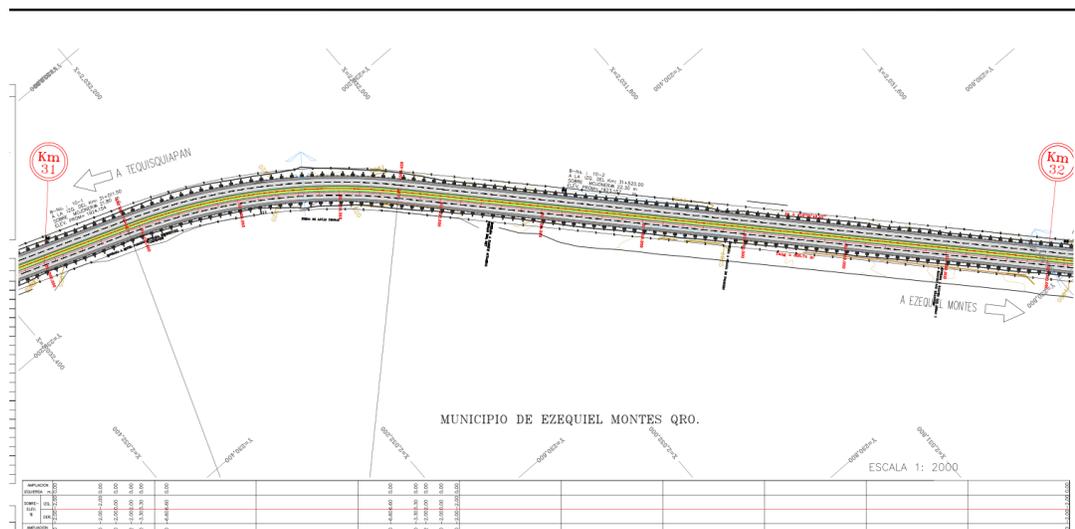


Figura V.01.- Vista de la Planta de Kilometro



PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS

Ubicación de obras de drenaje mediante una flecha indicando el esviaje y sentido del escurrimiento.

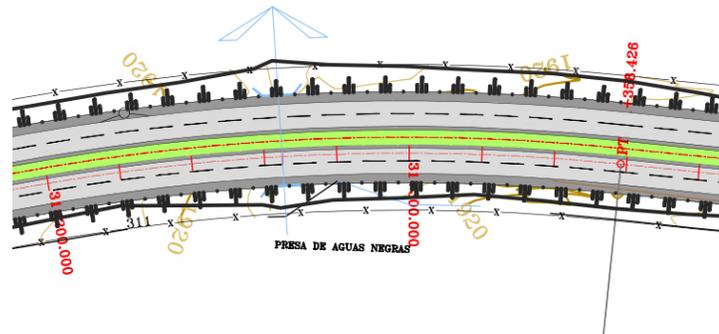


Figura V.04.-Ubicación de Obras de Drenaje en la Planta de Kilometro

- Azimut, tangentes, coordenadas y ubicación del Norte.
- Datos y ubicación de Bancos de Nivel.
- Línea de ceros (corte y terraplén).
- Levantamiento de elementos importantes en la zona de trabajo como; líneas de transmisión eléctrica, torres de alta tensión, cruces de caminos de cualquier tipo, cercas, paramentos o construcciones, línea de agua potable, gas, fibra óptica, ductos de Pemex, canales, arroyos, ríos etc. y cuadro de simbología.
- Datos de ampliaciones y sobreelevaciones.

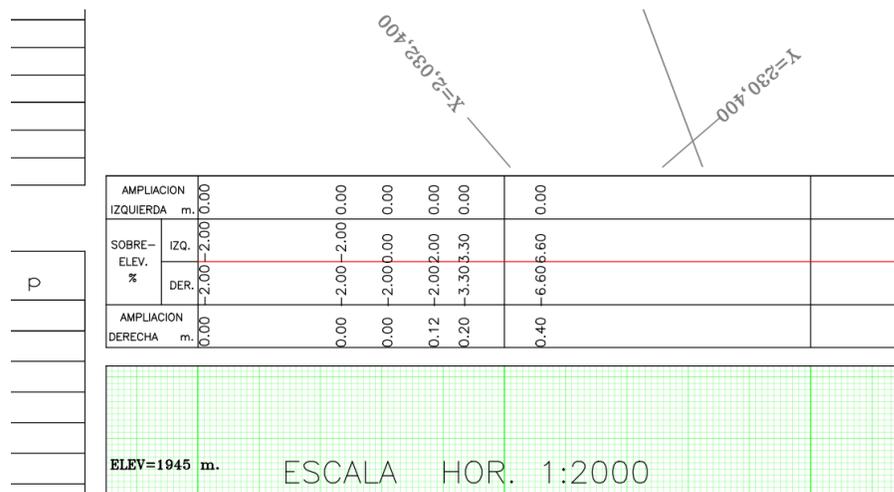


Figura V.05.-Tirilla de Ampliaciones y Sobreelevaciones en la Planta de Kilometro

Datos del perfil que se dibujaron a una escala de 1:2000 en lo horizontal y 1:200 en lo vertical conteniendo los siguientes datos:

- Perfil del terreno natural.
- Alineamiento vertical con datos de curvas verticales, longitud de tangentes y pendientes en color rojo.

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS

- Línea de las capas de finos (capa de subyacente y capa subrasante).
- Ubicación y tipo de drenaje menor indicando los niveles de subrasante mínima.
- Cuadro de datos de los bancos de préstamo que contienen: ubicación, clasificación del material, tratamiento, clasificación para presupuesto, coeficiente de variación volumétrica y volumen aprovechable.
- Datos geotécnicos (características de los materiales a lo largo de la línea de proyecto, coeficientes de variación volumétrica, taludes de proyecto, clasificación para presupuesto y recomendaciones de aprovechamiento y tratamiento de los materiales).
- Diagrama de curva masa, la escala a utilizar será de 1:2000 en lo horizontal y en lo vertical deberá ser la apropiada con el fin de tener una mejor interpretación de cada movimiento indicándola por cada movimiento; contendrá el número de movimiento, ordenada de curva masa, estaciones, distancia media de acarreo y datos de sobreacarreos.
- Tirilla de la elevación de la subrasante.

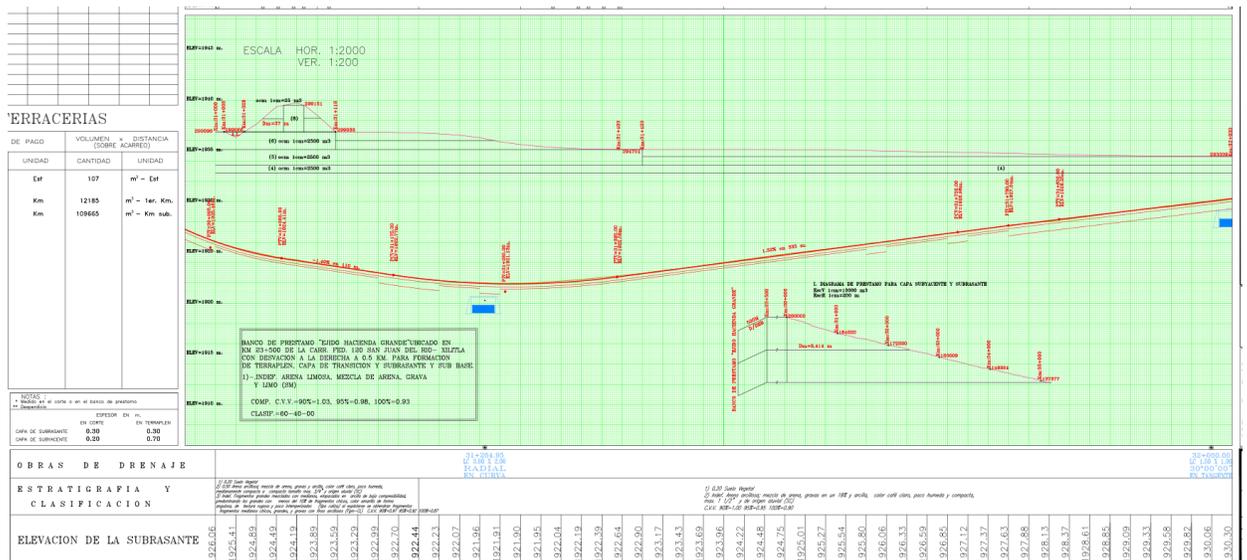


Figura V.06.- Datos de la subrasante en la Planta de Kilómetro

También contiene los siguientes cuadros de datos:

- Cuadro de Referencias del trazo; identificando el punto (PC, PT, o PST), kilometraje, ángulo, prolongación y sobre que está ubicada la referencia.
- Cuadro de Geometría de alineamiento horizontal que contiene: número de curva, (PST, PC, PT, TE, ET, PI), coordenadas y kilometrajes de los puntos de la curva, y elementos de las curvas simples (circular) o compuestas (con espirales).
- Cuadro de Movimiento de Terracerías que contiene: Número de movimiento, volumen geométrico, distancia de sobreacarreo, distancia de pago, volumen por distancia (sobreacarreo).

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS**

MOVIMIENTO DE TERRACERIAS						
MOVIMIENTO No.	VOLUMEN GEOMETRICO M3	DISTANCIA DE SOBRE-ACARREO	DISTANCIA DE PAGO		VOLUMEN x DISTANCIA (SOBRE ACARREO)	
			CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD
( 8 )	65	37	1.9	Est	107	m <sup>3</sup> - Est
(I-B )	12185	9414	1	Km	12185	m <sup>3</sup> - 1er. Km.
			9	Km	109665	m <sup>3</sup> - Km sub.

Figura V.07.- Cuadro de Movimientos de Terraceria en la Planta de Kilómetro

- Datos de proyecto: transito(TDPA), tipo de carretera, velocidad de proyecto, curvatura máxima en este plano, pendiente gobernadora, ancho de la corona, ancho de la calzada, espesor de pavimento y pendiente máxima en este plano.

D A T O S D E P R O Y E C T O					
TRANSITO (DPA)	5000	AÑO 2008	A%=74.3	B%=9.2	C%=16.5
CARRETERA TIPO	"A4S"	VELOCIDAD DE PROYECTO	90.0	Km/Hr	
CURVATURA MAXIMA	4.25 °	PENDIENTE GOBERNADORA	4.00	%	
ANCHO DE CORONA	25.00 m	ANCHO DE CALZADA	7.00	m	
ESPESOR DE PAVIMENTO	0.37 m	PENDIENTE MAXIMA	6.00	%	

SECCION TIPO

Figura V.08.-Cuadro de Datos de Proyecto en la Planta de Kilómetro

- Cuadro de la Sección tipo del camino de proyecto que contiene: camino existente, camino de proyecto, ancho de la corona de proyecto, cotas de calzada y acotamientos ubicación del eje de trazo y eje de proyecto, y derecho de vía total.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS**

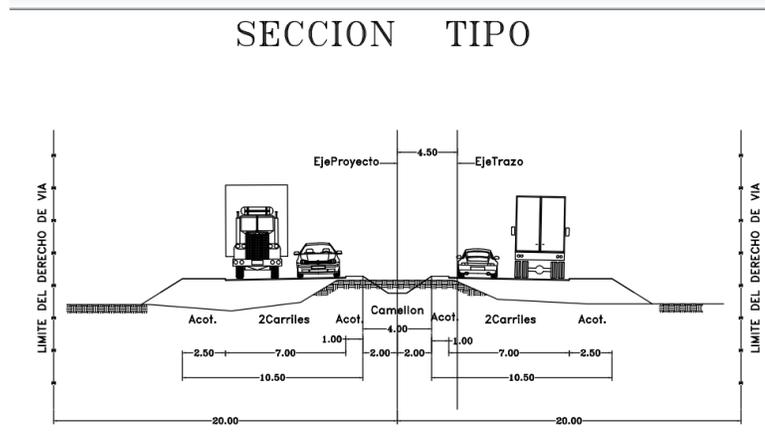


Figura V.09.- Sección Tipo en la Planta de Kilómetro

- Cuadro de Cantidades de Obra que contiene: Volúmenes de Terracerías (formación y compactación, compactaciones, prestamos, excavaciones), acarreo, cantidades de drenaje menor.

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS

CANTIDADES DE OBRA					
TERRAS	DESMONTE (PARA DENSIDAD 100%) VEGETACION TIPO			Ha	
	EXCAVACIONES (VOL. GEOMETRICO)	DESPALMES EN CORTE	760 m <sup>3</sup>	PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES	3826 m <sup>3</sup>
		TOTAL	1166 m <sup>3</sup>	MATERIAL A	372 m <sup>3</sup>
				MATERIAL B	606 m <sup>3</sup>
			MATERIAL C	188 m <sup>3</sup>	
		CORTES Y EXC. ADICIONALES		MAT. APROVECHADO	1053 m <sup>3</sup>
				MAT. DESPERDICIAO	m <sup>3</sup>
		CAJAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES		MAT. APROVECHADO	112 m <sup>3</sup>
				MAT. DESPERDICIAO	m <sup>3</sup>
		REBAJES CORONA DE CORTE Y/O TERRAPLEN		MAT. APROVECHADO	m <sup>3</sup>
				MAT. DESPERDICIAO	m <sup>3</sup>
		ESCALONES DE LIGA		MAT. APROVECHADO	m <sup>3</sup>
				MAT. DESPERDICIAO	m <sup>3</sup>
		DESPALME			
	PRESTAMOS (VOL. GEOMETRICO)	TOTAL	12185 m <sup>3</sup>	MATERIAL A	7311 m <sup>3</sup>
			MATERIAL B	4874 m <sup>3</sup>	
			MATERIAL C	m <sup>3</sup>	
			DEL BANCO No. EJIDO HACIENDA GRANDE	12185 m <sup>3</sup>	
	LATERALES DENTRO DE LA FAJA DE		m	m <sup>3</sup>	
			m	m <sup>3</sup>	
COMPACTACIONES	DEL TERRENO NATURAL EN EL AREA DE DESPLANTE DE TERRAPLENES		A 90%	1869 m <sup>3</sup>	
			A 95%	m <sup>3</sup>	
	DE LA CAMA DE LOS CORTES		A 95%	4534 m <sup>3</sup>	
			A 100%	m <sup>3</sup>	
	DE TERRACERIAS EXISTENTES		A 95%	m <sup>3</sup>	
		A 100%	m <sup>3</sup>		
FORMACION Y COMPACTACION	DE PAVIMENTOS EXISTENTES		A 95%	m <sup>3</sup>	
	DE TERRAPLENES CON O SIN CUNA DE AFINAMIENTO		BANDEADO	6710 m <sup>3</sup>	
			A 90%	499 m <sup>3</sup>	
			A 95%	6948 m <sup>3</sup>	
			A 100%	4542 m <sup>3</sup>	
	DEL RELLENO DE LAS CAJAS EN EXCAVACIONES		A 95%	162 m <sup>3</sup>	
			A 100%	41 m <sup>3</sup>	
	EXCAVACION, ACAMELLONADO, TENDIDO Y COMPACTADO (EXACTECO)		A 95%	m <sup>3</sup>	
			A 100%	1629 m <sup>3</sup>	
	ARROPE DE TALUDES MATERIAL A VOLTEO PRODUCTO DE DESPALMES			m <sup>3</sup>	
ACARREOS	MATERIAL PRODUCTO DE LOS CORTES				
	m <sup>3</sup> -Est	m <sup>3</sup> -Hm	m <sup>3</sup> -Hm+1	m <sup>3</sup> -5Hm	
	m <sup>3</sup> -5Hm+1	m Km.	m <sup>3</sup> -Km+1		
	107				
	MATERIAL PRODUCTO DE LOS PRESTAMOS DE BANCO		DESPERDICIO		
	AGUA				
	m <sup>3</sup> 1er Km	m <sup>3</sup> Km Subs.	m <sup>3</sup> 1er Km	m <sup>3</sup> Km Subs.	
	12185	109665			

Figura V.10.- Cuadro de Cantidades de Obra de Terracerias

DRENAJE MENOR	EXCAVACIONES	MATERIAL A	390.10 m <sup>3</sup>	ACERO DE REFUERZO	8012.52 Kg.	
		MATERIAL B	260.07 m <sup>3</sup>	ACERO ESTRUCTURAL	Kg.	
		MATERIAL C	m <sup>3</sup>			
	MAMPOSTERIA DE 3a.		m <sup>3</sup>	TUBOS DE	DE cm∅ m	
	CAMA DE ARENA		m <sup>3</sup>		DE cm∅ m	
	PLANTILLA (f'c= 100 Kg/cm <sup>2</sup> )		36.40 m <sup>3</sup>		DE cm∅ m	
	CONCRETO		f'c= 150 Kg/cm <sup>2</sup>	108.48 m <sup>3</sup>		DE cm∅ m
			f'c= 200 Kg/cm <sup>2</sup>	66.58 m <sup>3</sup>	DEMOLICIONES	CONCRETO 13.00 m <sup>3</sup>
			f'c= 250 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>		MAMPOSTERIA 120.00 m <sup>3</sup>
			f'c= 350 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>		
CICLOPEO EN MASA		m <sup>2</sup>	MALLA ELECTROSOLDADA E=6X6			
RELLENO PARA OBRAS DE DREN		158.75 m <sup>3</sup>	DE 10X10 cm	m <sup>2</sup>		

Figura V.11.- Cuadro de Cantidades de Obra de Drenaje



### V.3) Planta General de 5 kilómetros.

La planta general contiene curvas de nivel con equidistancia de un (1) metro entre ellas en una franja de cuarenta (40) metros como mínimo, tomando como centro el eje del camino y extendiéndose lo necesario hasta una distancia después de la línea de ceros. La escala es 1:2000, también contiene: el camino actual, camino de proyecto, datos de curvas horizontales, referencias de trazo, rumbos, tangentes y coordenadas, además de contar con información de elementos aledaños a la obra como son líneas de transmisión eléctrica, torres de alta tensión, trayectoria de caminos, o cualquier vía de comunicación, líneas de conducción de agua, gas, instalaciones de fibra óptica, etc., así como, canales, cercas, construcciones (tipo y dimensiones), ríos y arroyos, y cuadro de datos completo de identificación del proyecto. Esta planta es por tramos de 5 km.

La Planta General se dibujó a una escala de 1:2000 conteniendo los siguientes datos (Figura V.13):

- Este plano tiene una dimensión de 600 mm de ancho por una longitud de 2850 mm.
- Curvas de nivel con equidistancias de un metro entre ellas, conformando una franja de 40 m como mínimo tomando como centro el eje del camino existente.
- Eje de trazo en color rojo.
- Eje de proyecto en color rojo distinguiéndose del eje de trazo en el caso que existiera desplazamiento.
- Camino existente.
- Camino de proyecto.
- Datos de Curvas Horizontales.
- Referencias del Trazo.
- Ubicación de obras de drenaje mediante una flecha indicando el esviaje y sentido del escurrimiento.
- Azimut, tangentes, coordenadas y ubicación del Norte.
- Líneas de ceros (corte y terraplén).
- Ubicación de muros de proyecto (si es que los hubiere).
- Destinos del proyecto.
- Levantamiento de elementos importantes en la zona de trabajo como; líneas de transmisión eléctrica, torres de alta tensión, cruces de caminos de cualquier tipo, cercas, paramentos o construcciones, línea de agua potable, gas, fibra óptica, ductos de Pemex, canales, arroyos, ríos, etc.
- Cuadro de simbología.

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS

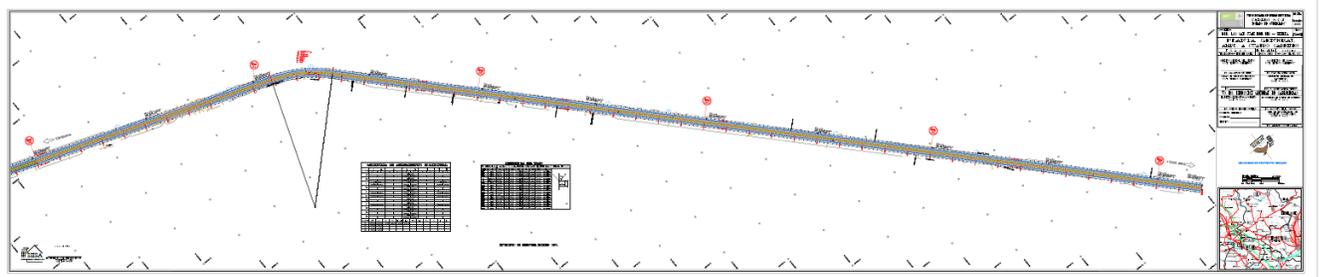


Figura V.13.- Planta General de tramos de 5 Kilómetros

#### V.4) Perfil de Trabajo de 5 Kilómetros.

El perfil de construcción se dibujó a escalas 1:2000 horizontal y 1: 200 vertical, con dibujo del alineamiento horizontal (PST, PC, PT, TE, EC, CE, y ET), con todos sus datos en la parte superior, alineamiento vertical con todos sus datos, curvas verticales, longitud de tangentes y pendientes, todos éstos en color rojo; registro y ubicación de los bancos de nivel en color negro; ubicación, tipo y rasante mínima por estructuras y drenaje menor en color azul, tirillas con datos de terracerías que marque: elevaciones de subrasante. Además contiene datos geotécnicos (características de los materiales a lo largo de la línea de proyecto, coeficientes de variabilidad volumétrica, inclinación de taludes de proyecto, clasificación para presupuesto y recomendaciones de aprovechamiento y tratamiento de los materiales).

En el plano del perfil de construcción contiene el diagrama de curva masa, la escala a utilizar es 1:2000 horizontal y la escala vertical adecuada para facilitar la interpretación de cada movimiento en forma particular, indicándola para cada movimiento que se calculó, contendrá: clasificación de los cortes, coeficiente de variabilidad volumétrica de los cortes, préstamos y estaciones, así como el factor de abundamiento y/o reducción, en color negro, préstamos sobreacarreos e igualdades de curva masa, cuadro de datos completos de identificación del proyecto.

El perfil de Construcción se dibujó a una escala de 1:2000 en lo horizontal y 1:200 en lo vertical conteniendo los siguientes datos (Figura V.20):

- Este plano tiene una dimensión de 2980 mm x 600 mm formatos establecidos por la Dirección General de Carreteras Federales de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.
- Planta esquemática en la parte superior del plano conteniendo los datos del alineamiento horizontal (PST, PC, PT, TE, EC, CE y ET), hombros del camino existente y de proyecto.

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS

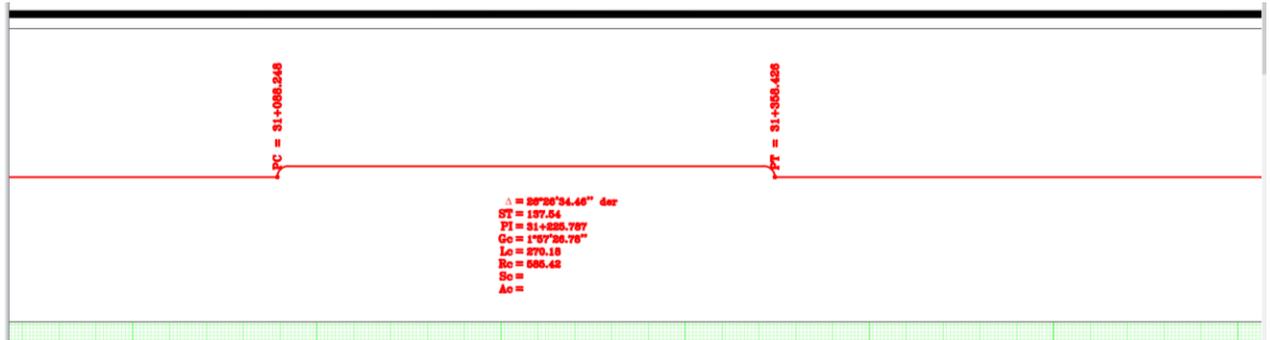


Figura V.14.- Planta Esquemática en el Perfil de Trabajo

- Perfil del terreno natural.
- Alineamiento vertical con datos de curvas verticales, longitud de tangentes y pendientes en color rojo.
- Registro y ubicación de los bancos de nivel.

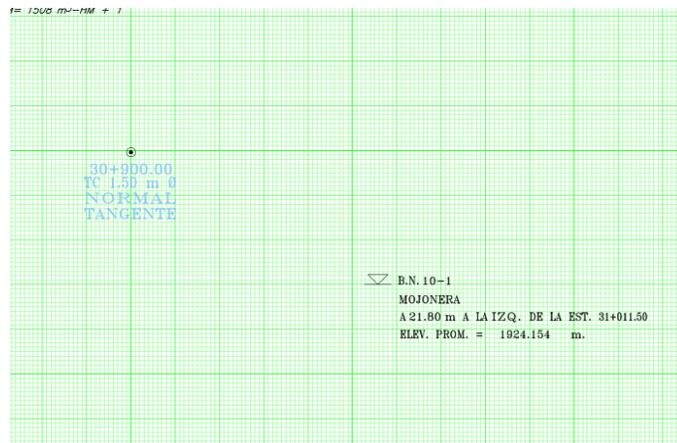


Figura V.15.- Registro de Nivel en el Perfil de Trabajo

- Ubicación y tipo de drenaje menor indicando los niveles de subrasante mínima.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS**

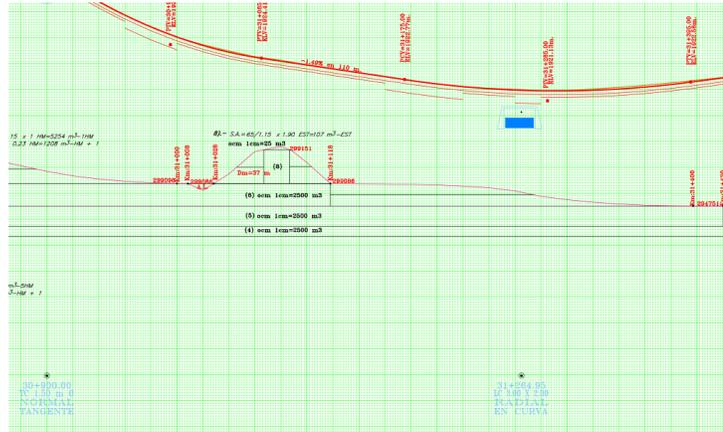


Figura V.16.- Ubicación y Tipo de Drenaje en el Perfil de Trabajo

- Cuadro de datos de los bancos de préstamo y de desperdicio que contiene: ubicación, clasificación del material, tratamiento, clasificación para presupuesto, coeficiente de variación volumétrica y volumen aprovechable.

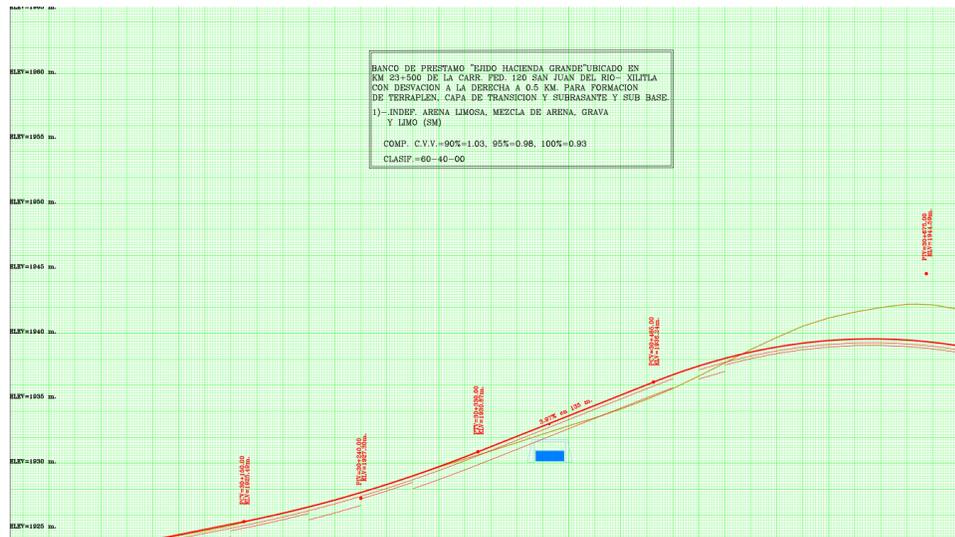


Figura V.17.- Cuadro de Datos de Bancos de Prestamo o de Tiro en el Perfil de Trabajo.

- Datos geotécnicos (características de los materiales a lo largo de la línea de proyecto, coeficientes de variación volumétrica, taludes de proyecto, clasificación para presupuesto y recomendaciones de aprovechamiento y tratamiento de los materiales).

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS**

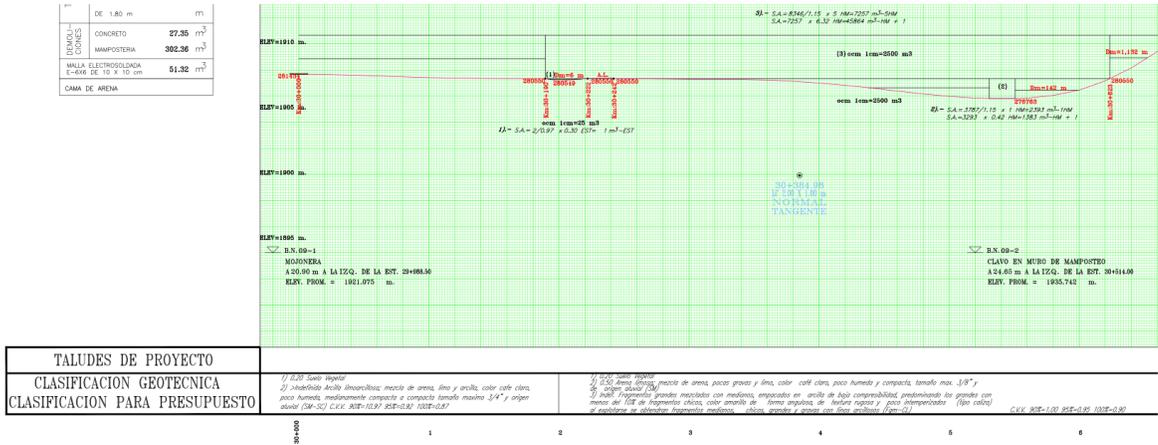


Figura V.18.- Tirilla de Datos Geotécnicos en el Perfil de Trabajo.

- Diagrama de curva masa, la escala a utilizar es de 1:2000 en lo horizontal y en lo vertical es apropiada con el fin de tener una mejor interpretación de cada movimiento indicándola por cada movimiento; contiene el número de movimiento, ordenada de curva masa, estaciones, distancia media de acarreo y datos de sobreacarreos.

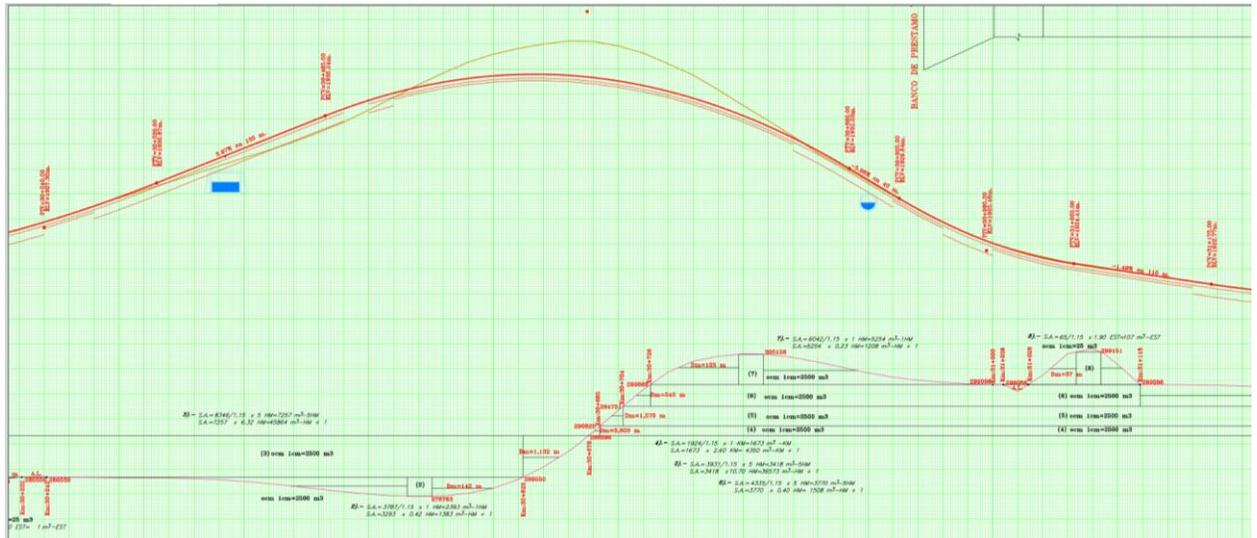


Figura V.19.- Diagrama de Curva Masa en el Perfil de Trabajo.

- Cuadro de Cantidades de Obra que contiene: Volúmenes de Terracerías (formación y compactación, Compactaciones, Prestamos, excavaciones), Acarreos, Cantidades de Drenaje Menor.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS**

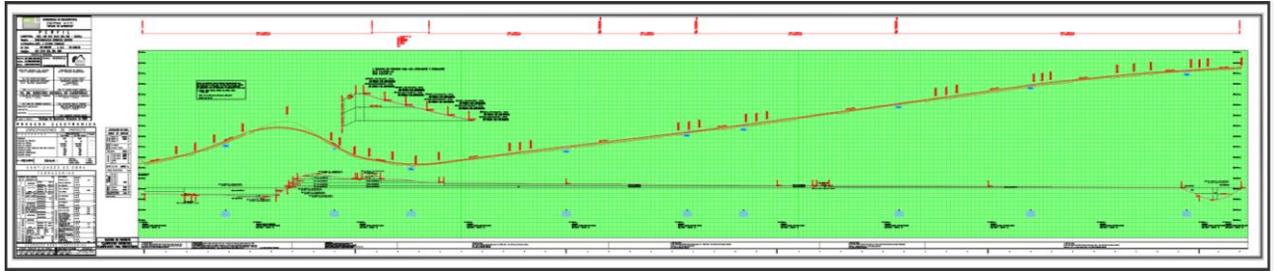


Figura V.20.- Perfil de Trabajo del tramo de 5 Kilómetros.

**V.5) Secciones de Construcción.**

El dibujo de las secciones de construcción con el proyecto correspondiente, escala 1:100, con registro de cadenamamiento, espesores, pendiente transversal de subcorona, taludes de corte o terraplén, semianchos de subcorona, áreas (mínimo a indicar las áreas de corte, terraplén, despalme en corte, despalme en terraplén, subrasante en corte, subrasante en terraplén; todos en color negro excepto la sección de proyecto del camino, la que deberá ser en color rojo; cuadro de datos completo de identificación del proyecto. Estas secciones se obtuvieron del programa de curva masa

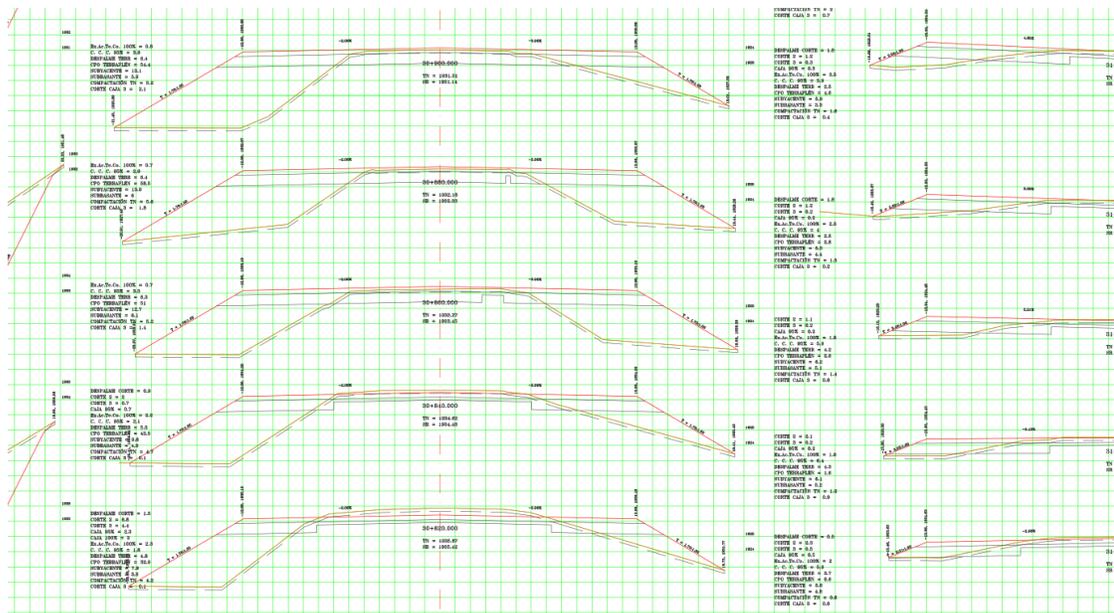


Figura V.21.- Dibujo de las Secciones de Construcción

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS**

A B R E V I A T U R A S	
DEL PROCESO ELECTRONICO	DEL METODO TRADICIONAL
<input type="checkbox"/> DC = DESPALME EN CORTE	<input type="checkbox"/> DT = DESPALME EN TERRAPLEN
<input type="checkbox"/> CCC95 = COMPACTACION DE LA CAMA EN CORTE AL 95 %	<input type="checkbox"/> DC = DESPALME EN CORTE
<input type="checkbox"/> CC100 = COMPACTACION DE LA CAMA EN CORTE AL 100%	<input type="checkbox"/> CTN = COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL
<input type="checkbox"/> CE2 = CORTE ESTRATO 2	<input type="checkbox"/> CCC = COMPACTACION DE LA CAMA EN CORTE
<input type="checkbox"/> CE3 = CORTE ESTRATO 3	<input type="checkbox"/> CE2 = CORTE ESTRATO 2
<input type="checkbox"/> CCE2 = CORTE CAJA ESTRATO 2	<input type="checkbox"/> CE3 = CORTE ESTRATO 3
<input type="checkbox"/> CCE3 = CORTE CAJA ESTRATO 3	<input type="checkbox"/> ES = ESCALON DE LIGA
<input type="checkbox"/> EX95 = EXCAVACION ACAMELLONADO TENDIDO Y COMPACTADO AL 95 %	<input type="checkbox"/> ESC = ESCARIFICACION
<input type="checkbox"/> EX100 = EXCAVACION ACAMELLONADO TENDIDO Y COMPACTADO AL 100 %	<input type="checkbox"/> EXACTECO o EA100 = EXCAVACION ACAMELLONADO TENDIDO Y COMPACTADO
<input type="checkbox"/> DT = DESPALME EN TERRAPLEN	<input type="checkbox"/> CT = CUERPO DEL TERRAPLEN
<input type="checkbox"/> CTN = COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL	<input type="checkbox"/> CY = CAPA SUBYACENTE
<input type="checkbox"/> RC95 = RELLENO CAJA AL 95 %	<input type="checkbox"/> CS = CAPA SUBRASANTE
<input type="checkbox"/> RC100 = RELLENO CAJA AL 100 %	
<input type="checkbox"/> CT = CUERPO DEL TERRAPLEN 80%	
<input type="checkbox"/> CY = CAPA SUBYACENTE 95%	
<input type="checkbox"/> CS = CAPA SUBRASANTE 100%	

Figura V.22.- Abreviaturas del Proceso Electrónico

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**CAPITULO V PRESENTACION DE PLANOS**

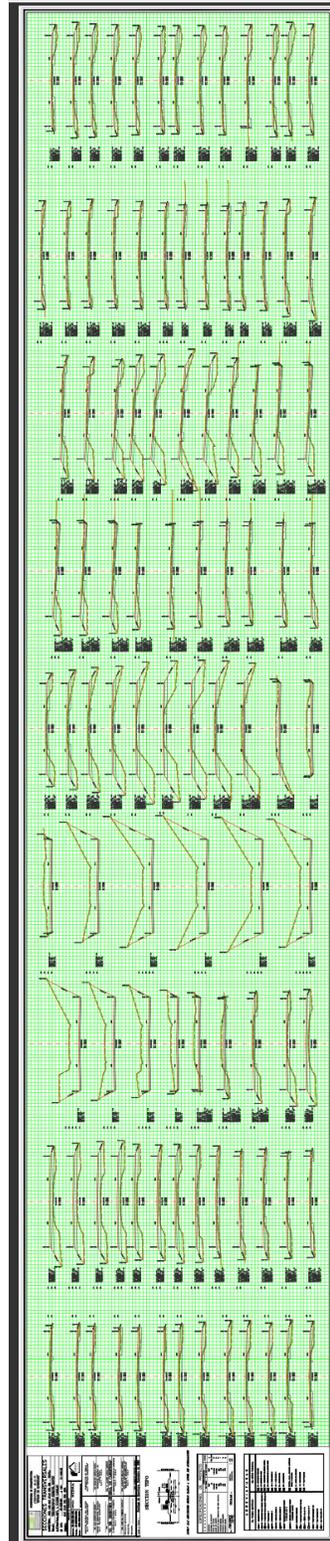


Figura V.23.- Plano de las Secciones de Construcción

## **CONCLUSIONES**

La elaboración de los Estudios y Proyectos tuvo como alcance principal una buena propuesta para la determinación de la viabilidad técnica y económica del proyecto y su solución tomando como factores la geometría, las condiciones de drenaje, características del suelo y los análisis realizados que indiquen el origen del problema y se hagan las recomendaciones pertinentes en el proyecto ejecutivo para permitir que los vehículos transiten de forma cómoda y segura.

Se determinó en este proyecto constructivo de terracerías una solución óptima de construcción para esto nos apoyamos en estudios previos para poder determinar esta alternativa, tales como estudios topográficos, estudios geotécnicos, estudios del camino actual, estudios del drenaje actual. Con estos estudios previos y un buen diseño de pavimentos, se realizó el proyecto de terracerías de la modernización del camino existente aprovechando los cortes del terreno natural que de acuerdo con el estudio geotécnico son buenos hasta para capas de subrasante, pero que se ocuparon para los terraplenes en la ampliación. Los materiales del cuerpo de terraplén, capas de subyacente y subrasante se propone acarrearlos desde un banco de préstamo de terracerías los cuales se estudiaron y se recomendaron previamente.

El presente trabajo tuvo como finalidad también y como parte principal en dar a conocer el proyecto de terracerías usando el programa de curva masa que la Secretaria de Comunicaciones y Transportes a través de la Dirección General de Carreteras Federales en la Dirección de Carreteras proporciona a las empresas al ganar un contrato de proyecto de carreteras y que con el paso de los años se ha ido actualizando y que ha servido para acelerar los trabajos repetitivos como el caso de calcular volúmenes de terracerías a través de los diferentes métodos tradicionales y así obtener la ordenada de curva masa. También esta herramienta nos ayudó a dibujar el perfil de rasante y las secciones de construcción. La versión más actual del programa ya nos permite alimentar datos de alineamiento horizontal y nos permite matematizar los ejes para replantearlos en el campo, también nos da un gráfico del eje de trazo y si nos vamos un poco más adelante nos permite visualizar y dibujar la línea de ceros de terraplenes y cortes.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**ANEXOS**

**ANEXOS**



SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA  
CENTRO S.C.T.  
"ESTADO DE QUERETARO"

CARRETERA : FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA

KM : 30+000 AL KM 35+200

TRAMO : TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

ORIGEN : SAN JUAN DEL RIO, QRO.

SUBTRAMO: TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES

**REPORTE FOTOGRAFICO**



PC 31+088.247 VISTA HACIA EZEQUIEL MONTES



KM 32+000 VISTA HACIA EZEQUIEL MONTES



KM 35+000 VISTA HACIA EZEQUIEL MONTES



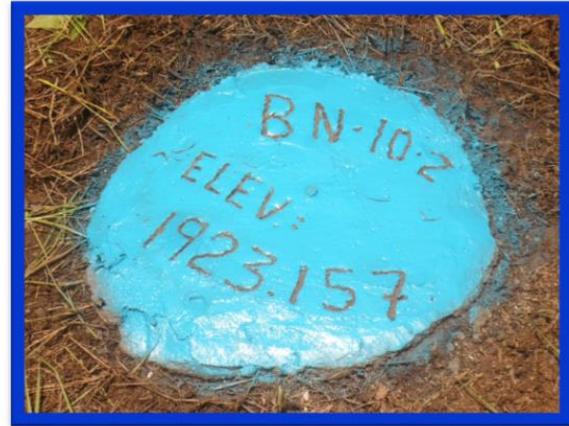
REFERENCIA DR-1 DEL PST KM 30+300 SOBRE MOJONERA

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**ANEXOS**



BANCO DE NIVEL BN 10-1 SOBRE MOJONERA A 21.80 m IZQ DEL KM 31+011.50 CON ELEV. PROM. 1924.154



BANCO DE NIVEL BN 10-2 SOBRE MOJONERA A 22.30 m IZQ DEL KM 31+520.00 CON ELEV. PROM. 1923.157



OBRA DE DRENAJE KM 30+384.98 TC DE 0.90 m Ø



OBRA DE DRENAJE KM 31+264.95 A 3.30 X 1.30 m



OBRA DE DRENAJE KM 32+572.57 TC DE 0.90 m Ø



OBRA DE DRENAJE KM 33+576.66 LC 1.35 X 0.70 m

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

ANEXOS

PROYECTO: CARRETERA TEQUISQUIAPAN- EZEQUIEL MONTES  
REPORTE FOTOGRAFICO



PCA ESTACION 31+400



PCA ESTACION 31+900



PCA ESTACION 32+400



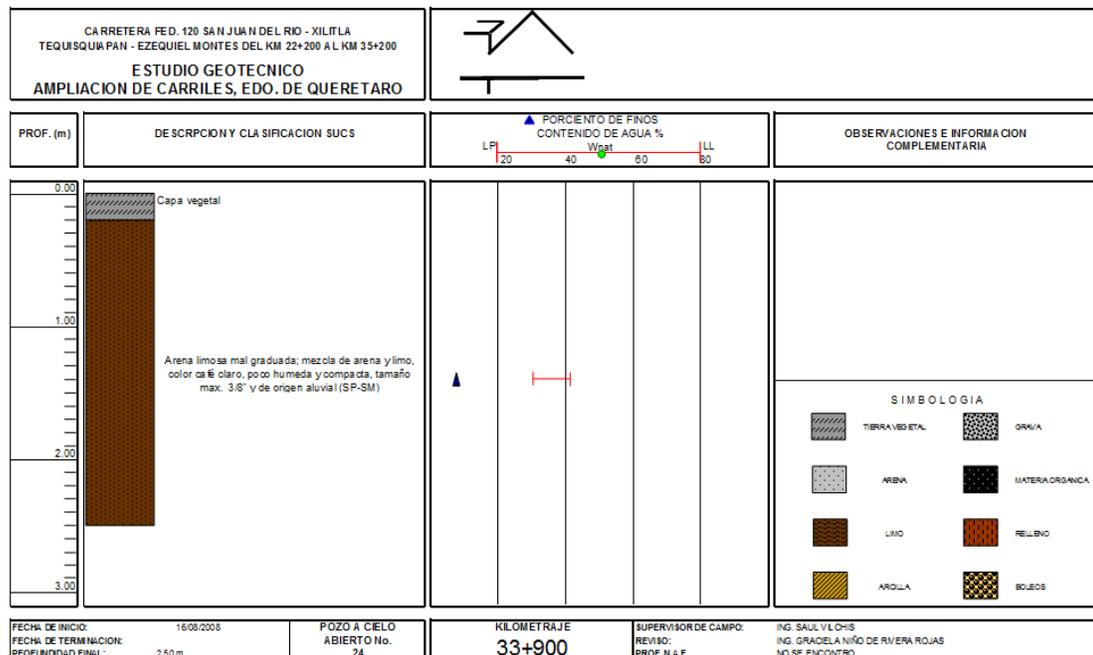
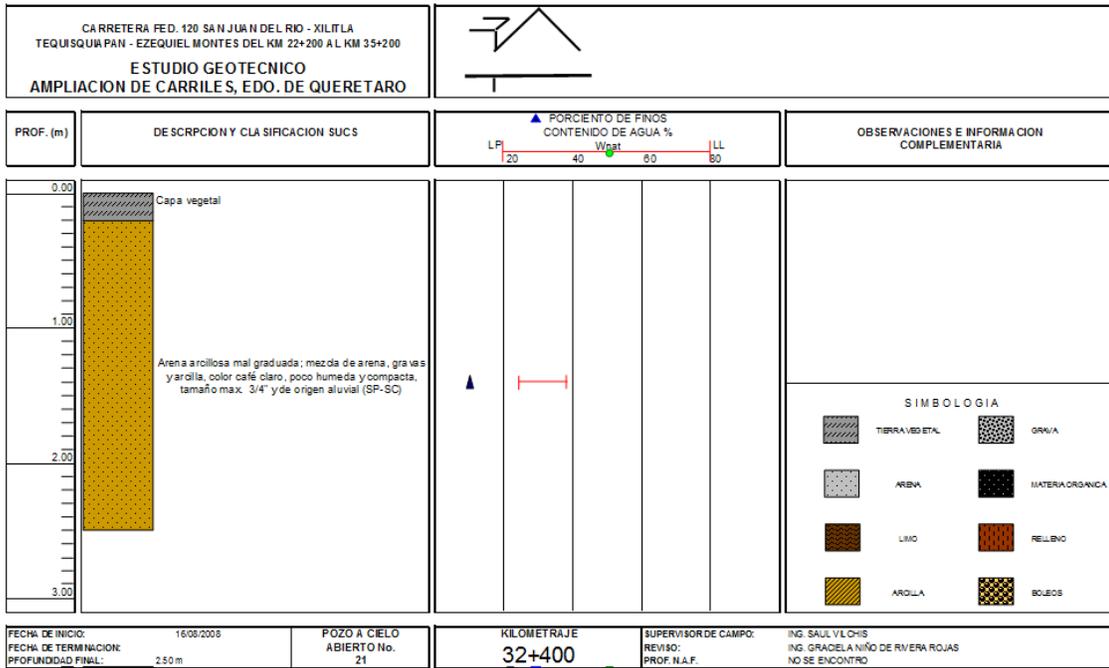
PCA ESTACION 32+900



Reporte Fotografico de PCA`S en la Zona del Proyecto

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**ANEXOS**



Algunas Estratigrafías del Tramo en Estudio

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

ANEXOS

**INFORME DE TERRACERIAS**

OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO	INFORME No.: 03
UBICACION: CARR. TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES QRO.	FECHA DE MUESTREO: SEPT 2008
INTERESADO: SCT	FECHA DE INFORME:

IDENTIFICACION	NUM. DE ENSAYE	4422	4423	4424	4425	4436	4436
	ESTACION	28+400	28+900	29+400	29+900	30+400	30+400
	LADO	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	DER.
	CAPA	T. NAT.	T. NAT.	T. NAT.	T. NAT.	T. N. 2°	T. N. 3°

TAMANO MAXIMO	3/8"	3/8"	3/4"	3/4"	3/8"	
% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm	0	0	0	0	0	
% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	95	98	100	100	97	
% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	32	28	45	44	31	
% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	9	6	18	19	12	
EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO %						
LIMITE LIQUIDO %	42,9	41,1	36,5	42,7	39,3	
INDICE PLASTICO %	7,2	9,7	8,2	17,1	9,0	
CONTRACCION LINEAL %	2,5	3,3	2,8	5,8	3,1	
P.E.S. SUELTO Kg/m <sup>3</sup>	1027	1016	1059	1005	1027	
P.E.S. MAXIMO Kg/m <sup>3</sup>	1280	1320	1460	1410	1320	
HUMEDAD OPTIMA %	37,5	36,0	28,0	31,0	35,5	
HUMEDAD NATURAL %	---	---	---	---	---	
COMPACTACION DEL LUGAR %	---	---	---	---	---	
V.R.S. ESTANDAR SATURADO %	34,7	30,0	28,7	58,5	28,0	
EXPANSION %	1,2	1,5	1,6	0,3	1,4	
CLASIFICACION SCT	SP-SM	SP-SM	SM	SC	SM	Egm-CL

TIPO DE PRUEBA	V. R. S. MODIFICADO					
	CURVA DE PROYECTO	---	---	---	---	---
25,5	HUMEDAD DE PRUEBA %	37,5	36,0	28,0	31,0	35,5
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	39,4	33,8	36,1	53,9	36,8
	ESPESOR REQUERIDO, cm					
	HUMEDAD DE PRUEBA %	36,0	37,5	29,5	32,5	37,0
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	23,8	27,5	31,0	32,9	23,4
	ESPESOR REQUERIDO, cm					
	HUMEDAD DE PRUEBA %					
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %					
	ESPESOR REQUERIDO, cm					
	HUMEDAD DE PRUEBA %					
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %					
	ESPESOR REQUERIDO, cm					

OBSERVACIONES: EN GENERAL LOS MATERIALES ENSAYADOS CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE CALIDAD ESPECIFICADOS POR LA SCT, PARA UTILIZARSE COMO CAPAS DE TERRACERIAS.

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

ANEXOS

INFORME DE TERRACERIAS

OBRA:	ESTUDIO GEOTECNICO	INFORME No.:	04
UBICACION:	CARR. TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES QRO.	FECHA DE MUESTREO:	SEPT 2008
INTERESADO:	SCT	FECHA DE INFORME:	

IDENTIFICACION	NUM. DE ENSAYE	4428	4428	4438	4439	4440	
	ESTACION	30+900	30+900	31+400	31+900	33+400	
	LADO	IZQ. 2°	IZQ. 3°	DER.	IZQ.	DER.	
	CAPA	TERRAPLEN					

TAMAÑO MÁXIMO	¾"		1 1/2"	¾"	1 ½"	
% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm	0		0	0	0	
% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	93		82	82	65	
% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	74		39	29	28	
% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	35		19	11	10	
EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO %						
LIMITE LIQUIDO %	29,4		38,0	37,3	32,5	
INDICE PLASTICO %	14,0		5,2	14,2	13,4	
CONTRACCION LINEAL %	4,7		1,8	4,8	4,5	
P.E. S. SUELTO Kg/m³	1210		1035	1104	1111	
P.E. S. MAXIMO Kg/m³	1780		1416	1488	1590	
HUMEDAD OPTIMA %	16,0		23,0	25,5	20,5	
HUMEDAD NATURAL %	---		---		---	
COMPACTACION DEL LUGAR %	---		---		---	
V.R. S. ESTANDAR SATURADO %	32,4		54,8	44,9	69,4	
EXPANSION %	1,0		0,4	0,7	0,5	
CLASIFICACION SCT	SC	E <sub>gm</sub> -CL	SM	SC	SC	

25,5	TIPO DE PRUEBA	V. R. S. MODIFICADO				
	CURVA DE PROYECTO	---		---	---	---
	HUMEDAD DE PRUEBA %	16,0		23,0	25,5	20,5
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	34,8		63,9	56,2	76,9
	ESPESOR REQUERIDO, cm					
	HUMEDAD DE PRUEBA %	17,5				
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	21,5				
	ESPESOR REQUERIDO, cm					
	HUMEDAD DE PRUEBA %					
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %					
	ESPESOR REQUERIDO, cm					
	HUMEDAD DE PRUEBA %					
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %					
	ESPESOR REQUERIDO, cm					

OBSEVACIONES: EN GENERAL LOS MATERIALES ENSAYADOS CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE CALIDAD ESPECIFICADOS POR LA SCT, PARA UTILIZARSE COMO CAPAS DE TERRACERIAS.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**ANEXOS**

**INFORME DE TERRACERIAS**

OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO	INFORME No.: 05
UBICACION: CARR. TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES QRO.	FECHA DE MUESTREO: SEPT 2008
INTERESADO: SCT	FECHA DE INFORME:

IDENTIFICACION	NUM. DE ENSAYE	4428	4429	4430	4431	4432	
	ESTACION	32+400	32+900	33+900	34+480	34+900	
	LADO	DER.	IZQ.	IZQ.	DER.	IZQ.	
	CAPA	T. NAT.					

TAMAÑO MÁXIMO	¾"	1 ½"	¾"	½"	¾"	
% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm	0	0	0	0	0	
% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	72	63	94	95	95	
% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	21	24	24	27	25	
% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	10	9	7	8	8	
EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO %						
LIMITE LIQUIDO %	38,3	38,0	41,1	39,0	38,5	
INDICE PLASTICO %	14,4	14,0	10,0	9,7	9,4	
CONTRACCION LINEAL %	4,8	4,7	3,4	3,3	3,2	
P.E.S. SUELTO Kg/m <sup>3</sup>	974	971	1157	1141	1146	
P.E.S. MAXIMO Kg/m <sup>3</sup>	1387	1508	1660	1665	1670	
HUMEDAD OPTIMA %	25,3	23,6	19,0	21,5	22,0	
HUMEDAD NATURAL %	---	---	---	---	---	
COMPACTACION DEL LUGAR %	---	---	---	---	---	
V.R.S. ESTANDAR SATURADO %	60,3	58,4	56,6	57,0	58,5	
EXPANSION %	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	
CLASIFICACION SCT	SP-SC	SP-SC	SP-SM	SP-SM	SP-SM	

TIPO DE PRUEBA		V. R. S. MODIFICADO				
CURVA DE PROYECTO		---	---	---	---	---
100%	HUMEDAD DE PRUEBA %	25,3	23,6	19,0	21,5	22,0
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	102,9	91,3	42,0	42,0	41,5
	ESPESOR REQUERIDO, cm					
95%	HUMEDAD DE PRUEBA %	26,8	25,1	20,5	23,0	23,5
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	67,6	65,7	29,2	31,0	30,0
	ESPESOR REQUERIDO, cm					
	HUMEDAD DE PRUEBA %					
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %					
	ESPESOR REQUERIDO, cm					
	HUMEDAD DE PRUEBA %					
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %					
	ESPESOR REQUERIDO, cm					

**OBSERVACIONES:** : EN GENERAL LOS MATERIALES ENSAYADOS CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE CALIDAD ESPECIFICADOS POR LA SCT, PARA UTILIZARSE COMO CAPAS DE TERRACERIAS.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**ANEXOS**

**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**

**PROYECTO DE PAVIMENTO**

ARRETERA: FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA

TRAMO: TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES

SUBTRAMO: DEL KM 22+200 AL KM 35+200

ORIGEN: TEQUISQUIAPAN, MUNICIPIO DE QUERETARO

**Tabla Datos para el Cálculo de la Curva Masa**

KM A	ESTRATO No	Espesor	CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA			CLASIF. PRES.			CORTE		TERRAPLEN		OBSERV.			
					90%	95%	100%	Coef. Abun.	Band.	A	B	C	ALT MAX	TALUD		ALT MAX	TALUD	
28+200	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme						100	00	00					C	
29+200	2	Indef.	Arena limosa mel graduada; mezcla de arena, gravas y limo, color café claro, poco húmeda y compacta, tamaño max. 3/8" y de origen aluvial (SP-SM)	Compactado	1.00	0.95	0.90			60	40	00	0.0-5.0	0.75-1.0	0.0-8.0	3.0-1.0	A BFGM	
29+200	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme						100	00	00					C	
29+700	2	Indef.	Arena limosa; mezcla de arena y limo, color café claro, poco húmeda y compacta, tamaño max. 3/4" y de origen aluvial (SM)	Compactado	1.00	0.95	0.90			60	40	00	0.0-5.0	0.75-1.0	0.0-8.0	3.0-1.0	A BFGM	
29+700	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme						100	00	00					C	
30+200	2	Indef.	Arena limoarcillosa; mezcla de arena, limo y arcilla, color café claro, poco húmeda, medianamente compacta a compacta tamaño max. 3/4" y origen aluvial (SM-SC)	Compactado	0.97	0.92	0.87			40	60	00	0.0-5.0	0.75-1.0	0.0-8.0	3.0-1.0	A BFGM	
30+200	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme						100	00	00					C	
30+700	2	0.50	Arena limosa; mezcla de arena, pocas gravas y limo, color café claro, poco húmeda y compacta, tamaño max. 3/8" y de origen aluvial (SM)	Compactado	1.00	0.95	0.90			60	40	00	0.0-5.0	0.75-1.0	0.0-8.0	3.0-1.0	A BFGM	
30+700	3	Indef.	Fragmentos grandes mezclados con medianos, empacados en arcilla de baja compresibilidad, predominando los grandes con menos del 10% de fragmentos chicos, color amarillo de forma angulosa, de textura rugosa y poco intemperizados (tipo caliza) al explotarse se obtendrían fragmentos medianos, chicos, grandes y gravas con finos arcillosos (Fgm-CL)	Bandeado						1.15	00	40	60	0.0-5.0	0.75-1.0	0.0-8.0	3.0-1.0	ABDJ
30+700	1	0.20	Suelo vegetal	Despalme						100	00	00					C	
31+200	2	0.5	Arena arcillosa; mezcla de arena, gravas y arcilla, color café claro, poco húmeda, medianamente compacta a compacta tamaño max. 3/4" y origen aluvial (SC)	Compactado	0.97	0.92	0.87			40	60	00	0.0-5.0	0.75-1.0	0.0-8.0	3.0-1.0	A BFGM	
													5.0-10.0	1.0-1.0	0.80-2.00	2.5-1.0		
															>2.00	1.7-1.0		

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**ANEXOS**

**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**

**PROYECTO DE PAVIMENTO**

ARRETERA: FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA

TRAMO: TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES

SUBTRAMO: DEL KM 22+200 AL KM 35+200

ORIGEN: TEQUISQUIAPAN, MUNICIPIO DE QUERETARO

**Tabla Datos para el Cálculo de la Curva Masa**

KM A KM	ESTRATO No. Espesor	CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA			CLASIF. PRES.			CORTE		TERRAPLEN		OBSERV.
				90% 96% 100%	Coef. Abun.	Band.	A B C	ALT MAX	TALUD	ALT MAX	TALUD			
	3	Indef. Fragmentos grandes mezclados con medianos, empaquetados en arcilla de baja compresibilidad, predominando los grandes con menos del 10% de fragmentos chicos, color amarillo de forma angulosa, de textura rugosa y poco interperizados (tipo caliza) al explotarse se obtendrian fragmentos medianos, chicos, grandes y gravas con finos arcillosos (Fgm-CL)	Bandeado			1.15	00	40	60	0.0-5.0	0.75:1.0	0.0-8.0	3.0:1.0	ABDJ
31+200	1	Suelo vegetal	Despalme				100	00	00					C
32+200	2	Arena arcillosa; mezcla de arena, gravas en un 18% y arcilla, color café claro, poco húmeda y compacta, tamaño max. 1 1/2" y de origen aluvial (SP)	Compactado	1.00	0.95	0.90	60	40	00	0.0-5.0	0.75:1.0	0.0-8.0	3.0:1.0	ABFGM
32+200	1	Suelo vegetal	Despalme				100	00	00					C
33+200	2	Arena arcillosa mal graduada; mezcla de arena, gravas en un 30% y arcilla, color café claro, poco húmeda y compacta, tamaño max. 1 1/2" y de origen aluvial (SP-SG)	Compactado	1.00	0.95	0.90	60	40	00	0.0-5.0	0.75:1.0	0.0-8.0	3.0:1.0	ABFGM
33+200	1	Suelo vegetal	Despalme				100	00	00					C
33+700	2	Arena arcillosa; mezcla de arena, grava en un 36 % y arcilla, color café claro, poco húmeda, medianamente compacta a compacta tamaño max. 1 1/2", y origen aluvial (SP)	Compactado	0.97	0.92	0.87	40	60	00	0.0-5.0	0.75:1.0	0.0-8.0	3.0:1.0	ABFGM
33+700	1	Suelo vegetal	Despalme				100	00	00					C
35+200	2	Arena limosa mal graduada; mezcla de arena, gravas y limo, color café claro, poco húmeda y compacta, tamaño max. 1/2" y de origen aluvial (SP-SM)	Compactado	1.00	0.95	0.90	60	40	00	0.0-5.0	0.75:1.0	0.0-8.0	3.0:1.0	ABFGM

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**ANEXOS**

AMPLIACION TRAMO TEQUISQUIAPAN - EZEQUIEL MONTES  
BANCO: HACIENDA GRANDE



Reporte Fotográfico del Banco de Material “Hacienda Grande”



**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

ANEXOS

**INFORME DE TERRACERIAS**

OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO	INFORME No.: 011
UBICACION: CARR: TEQUISQUIAPAN – EZEQUIEL MONTES	FECHA DE MUESTREO: SEPT DE 2008
INTERESADO: SCT	FECHA DE INFORME:

IDENTIFICACION	NUM. DE ENSAYE	4614	4614 – A	4614 – B	41815	4615 – A	4615 – B
	ESTACION	----	---	---	---	---	---
	LADO BANCOS	FNDO QUIJANA P.	FNDO QUIJANA P.	FNDO QUIJANA P.	EJIDO HACIENDA GRANDE	EJIDO HACIENDA GRANDE	EJIDO HACIENDA GRANDE
	CAPA						

TAMAÑO MÁXIMO	1"	1 ½"	1"	1"	2"	1 ½"
% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm	0	0	0	0	0	0
% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	93	88	92	88	83	89
% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	44	40	46	39	42	46
% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	17	19	15	18	18	16
EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO %	---	---	---	---	---	---
LIMITE LIQUIDO %	28.7	27.2	29.6	30.4	27.6	29.2
INDICE PLASTICO %	INAP	INAP	INAP	INAP	INAP	INAP
CONTRACCION LINEAL %	0.7	1.2	0.8	1.0	1.0	0.9
P.E.S. SUELTO Kg/m <sup>3</sup>	1217	1213	1209	1224	1228	1215
P.E.S. MAXIMO Kg/m <sup>3</sup>	1384	1411	1377	1358	1346	1366
HUMEDAD OPTIMA %	23.1	23.4	22.6	23.2	24.8	23.9
HUMEDAD NATURAL %	---	---	---	---	---	---
COMPACTACION DEL LUGAR %	---	---	---	---	---	---
V.R.S. ESTANDAR SATURADO %	39.4	33.5	40.8	43.2	45.9	41.8
EXPANSION %	0.4	0.3	0.5	0.3	0.2	0.3
CLASIFICACION SCT	SM	SM	SM	SM	SM	SM

TIPO DE PRUEBA		MODIFICAD VARIANTE II					
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO							
100%	HUMEDAD DE PRUEBA %	23.1	23.4	22.6	23.2	24.8	23.9
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	49.9	48.7	52.7	56.8	56.4	57.1
	ESPEJOR REQUERIDO, cm						
95%	HUMEDAD DE PRUEBA %	24.6	35.0	24.1	24.7	26.3	24.5
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	35.2	33.6	37.9	39.7	39.0	34.4
	ESPEJOR REQUERIDO, cm						
	HUMEDAD DE PRUEBA %						
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %						
	ESPEJOR REQUERIDO, cm						
	HUMEDAD DE PRUEBA %						
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %						
	ESPEJOR REQUERIDO, cm						

OBSERVACIONES: LOS MATERIALES ENSAYADOS SATISFACEN PLENAMENTE LOS REQUISITOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS POR LAS NORMAS DE LA SCT.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**ANEXOS**

## INFORME DE TERRACERIAS

OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO	INFORME No.: 011BIS
UBICACION: CARR: TEQUISQUIAPAN – EZEQUIEL MONTES	FECHA DE MUESTREO: SEPT DE 2008
INTERESADO: SCT	FECHA DE INFORME:

IDENTIFICACION	NUM. DE ENSAYE	4616	4616 – A	4616 – B			
	ESTACION	----	---	---			
	LADO	VILLA PROGRES O	VILLA PROGRES O	VILLA PROGRES O			
	BANCOS						
CAPA							

TAMAÑO MÁXIMO	¾"	1"	3/8"			
% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm	0	0	0			
% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	97	89	95			
% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	45	36	48			
% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	18	12	21			
EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO %	---	---	---			
LIMITE LIQUIDO %	29.6	28.8	30.4			
INDICE PLASTICO %	5.7	5.9	6.5			
CONTRACCION LINEAL %	1.9	1.8	2.3			
P.E.S. SUELTO Kg/m <sup>3</sup>	1219	1203	1193			
P.E.S. MAXIMO Kg/m <sup>3</sup>	1389	1402	1414			
HUMEDAD OPTIMA %	26.0	24.3	25.7			
HUMEDAD NATURAL %	---	---	---			
COMPACTACION DEL LUGAR %	---	---	---			
V.R.S. ESTANDAR SATURADO %	42.0	39.8	36.9			
EXPANSION %	0.9	0.8	1.4			
CLASIFICACION SCT	SM	SM	SM			

TIPO DE PRUEBA		MODIFICADA VARIANTA II				
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO						
100%	HUMEDAD DE PRUEBA %	26.0	24.3	25.7		
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	46.9	43.7	49.7		
	ESPEJOR REQUERIDO, cm					
90%	HUMEDAD DE PRUEBA %	27.5	25.8	27.2		
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	31.2	28.0	30.7		
	ESPEJOR REQUERIDO, cm					
	HUMEDAD DE PRUEBA %					
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %					
	ESPEJOR REQUERIDO, cm					
	HUMEDAD DE PRUEBA %					
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %					
	ESPEJOR REQUERIDO, cm					

OBSERVACIONES: LOS MATERIALES ENSAYADOS SATISFACEN PLENAMENTE LOS REQUISITOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS POR LAS NORMAS DE LA SCT.

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**ANEXOS**

PROYECTO DE PAVIMENTO														
CARRETERA: FED. 120 SAN JUAN DEL RIO - XILITLA TRAMO: TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES SUBTRAMO: DEL KM 22+200 AL KM 35+200 ESTADO: QUERETARO														
														
Tabla Relación de Bancos para Terracerías														
BANCO NÚMERO	DENOMINACIÓN	LOCALIZACIÓN	CLASIFICACIÓN GEOLÓGICA	CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO			DESPALME m	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				UTILIZACIÓN	TRATAMIENTO PROBABLE	VOLUMEN APROVECHABLE
				A	B	C		90%	95%	100%	Bandeado			
1	FERNANDO QUIJADA FERREGRINO	KM 22 + 200 ATRAS CON DESVIACION (ZQUIERDA CON 4,000 MTS.	ARENA LIMOSA, MEZCLA DE ARENA, GRAVA Y LIMO ( SM )	60	40	00	0.30	1.03	0.98	0.93		CUERPO DEL TERRAPLEN, SUBYACENTE, SUBRASANTE Y SUB BASE	COMPACTADO	750,000
2	EJIDO HACIENDA GRANDE	KM 23 + 500 DESVIACION DERECHA CON 500 MTS.	ARENA LIMOSA, MEZCLA DE ARENA, GRAVA Y LIMO ( SM )	60	40	00	0.30	1.03	0.98	0.93		CUERPO DEL TERRAPLEN, SUBYACENTE, SUBRASANTE Y SUB BASE	COMPACTADO	500,000
3	VILLA PROGRESO	KM 35 + 200 DESVIACION DERECHA CON 11,000 MTS.	ARENA LIMOSA, MEZCLA DE ARENA Y LIMO ( SM )	60	40	00	40	1.03	0.98	0.93		CUERPO DEL TERRAPLEN, SUBYACENTE, SUBRASANTE Y SUB BASE	COMPACTADO	150,000

Relación de Bancos para Terracerías

PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

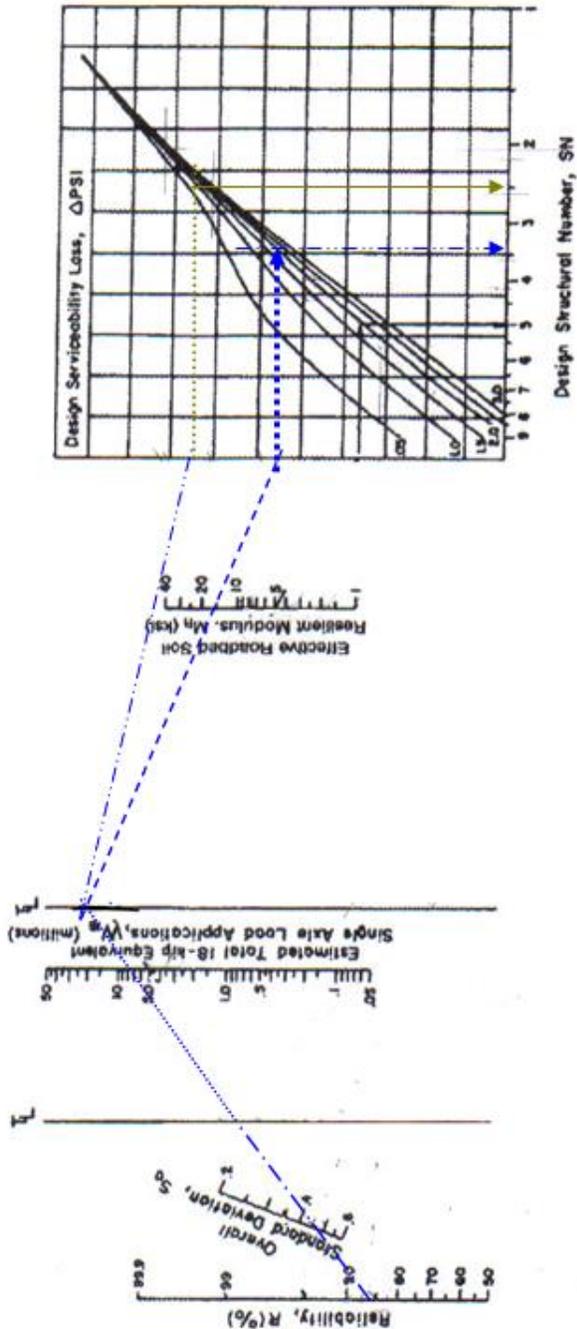
ANEXOS

ANEXO II A

TEQUISQUIAPAN – EZEQUIEL MONTES

$$\log_{10} W = Z_R \cdot R_0 + 9.36 \cdot \log_{10} (SN_{10}) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1.094}{(SN_{10})^{5.19}}} + 2.12 \cdot \log_{10} \left( \frac{V}{100} \right) - 8.07$$

GRÁFICA DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE.

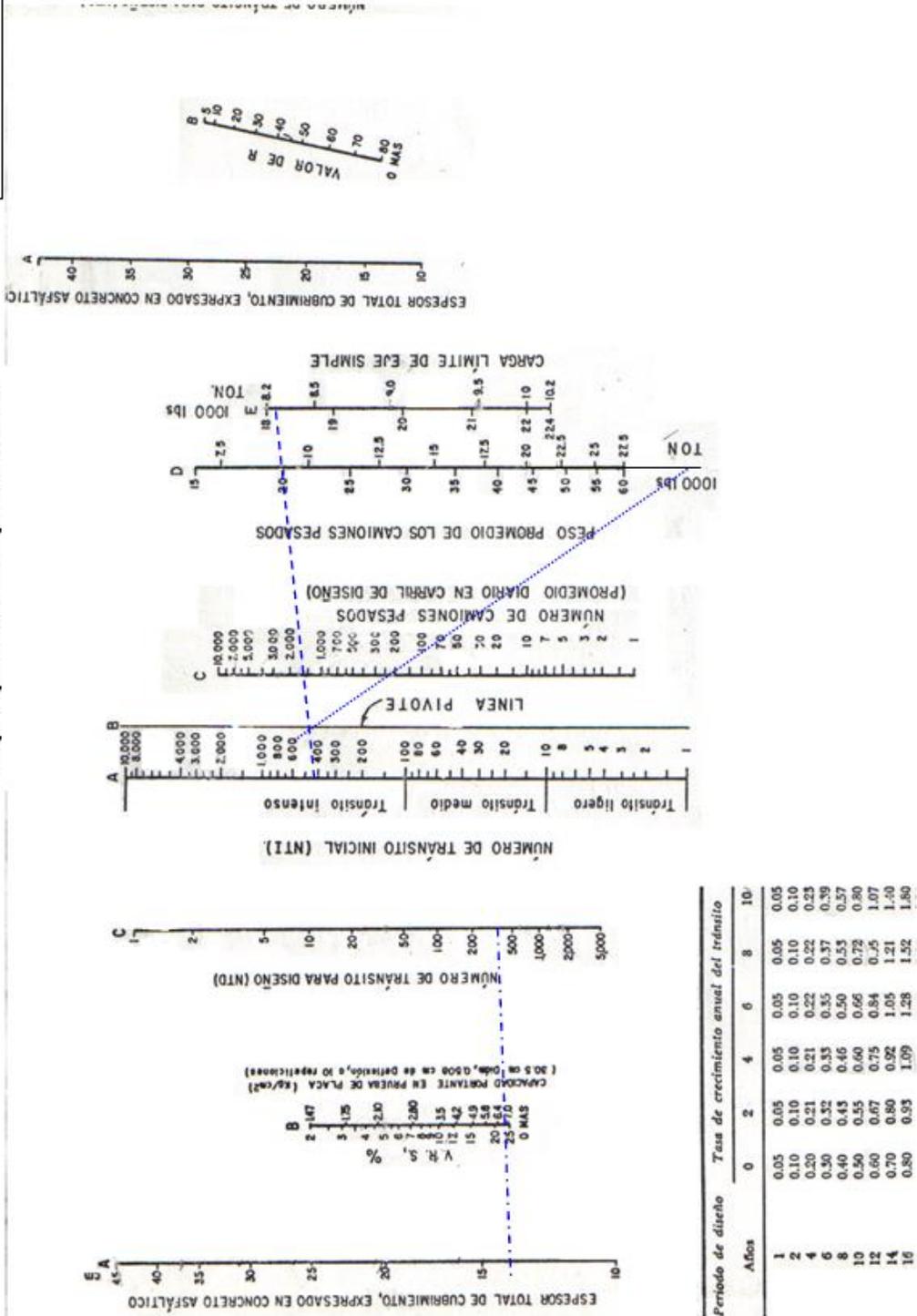


PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”

ANEXOS

ANEXO I. ASF.

TEQUISQUIAPAN – EZEQUIEL MONTES



**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO – XILITLA EN EL TRAMO TEQUISQUIAPAN-EZEQUIEL MONTES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO DEL KM 30+000 AL KM 35+000”**

**ANEXOS**

			FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA				
			CARGA TOTAL POR EJE O CONJUNTO DE		FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA		
			Kn	Lb	eje sencillo	eje doble	eje triple
			4.45	1.000	0.00002		
			8.9	2.000	0.00018		
			17.8	4.000	0.00209	0.0003	
			26.3	6.000	0.01043	0.001	0.0003
			35.6	8.000	0.0343	0.003	0.001
			44.5	10.000	0.0877	0.007	0.002
			53.4	12.000	0.189	0.014	0.003
			62.3	14.000	0.360	0.027	0.006
			71.2	16.000	0.623	0.047	0.011
			80.0	18.000	1.000	0.077	0.017
			89.0	20.000	1.51	0.121	0.027
			97.9	22.000	2.18	0.180	0.040
			106.8	24.000	3.03	0.260	0.057
			115.6	26.000	4.09	0.364	0.080
			124.5	28.000	5.39	0.495	0.109
			133.4	30.000	6.97	0.658	0.145
			142.3	32.000	8.88	0.857	0.191
			151.2	34.000	11.18	1.095	0.246
			160.1	36.000	13.93	1.38	0.313
			169.0	38.000	17.20	1.70	0.393
			178.0	40.000	21.08	2.08	0.487
			187.0	42.000	25.64	2.51	0.597
			195.7	44.000	31.00	3.00	0.723
			204.5	46.000	37.24	3.55	0.868
			213.5	48.000	44.50	4.17	1.033
			222.4	50.000	52.88	5.86	1.22
			231.3	52.000		5.63	1.43
			240.2	54.000		6.47	1.66
			249.0	56.000		7.41	1.91
			258.0	58.000		8.45	2.20
			267.0	60.000		9.59	2.51
			275.8	62.000		10.84	2.85
			284.5	64.000		12.22	3.22
			293.5	66.000		13.73	3.62
			302.5	68.000		15.38	4.05
			311.5	70.000		17.19	4.52
			320.0	72.000		19.16	5.03
			329.0	74.000		21.32	5.57
			338.0	76.000		23.66	6.15
			347.0	78.000		26.22	6.78
			356.0	80.000		29.00	7.45
			364.7	82.000		32.00	8.2
			373.6	84.000		35.30	8.9
			382.5	86.000		38.80	9.8
			391.4	88.000		42.60	10.6
			400.3	90.000		46.80	11.6

ANEXO III-AHS





**REFERENCIAS**

- Topografía, Montes de Oca, Cuarta Edición, Alfaomega, México, 1989.
- Biblioteca del Ingeniero Civil, B. Austin Barry, F.S.C., Tomo VII, Topografía Aplicada a la Construcción, Ciencia y Técnica, S.A.1989.
- La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Alfonso Rico Rodríguez, Volumen 2, Limusa, México, 1977.
- Normas de Servicios Técnicos libro 2 parte 2 Proyecto Geométrico.
- Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México, 1998.
- Tesis Profesional “Proyecto Geométrico de la Autopista: Tulancingo-Tuxpan”, Mario A. Rojas Hernández, IPN, México, 2001.
- Ingeniería de Carreteras, Paul H. Wrigth & Randor J. Paquette, Primera Edición, Limusa-Noriega, 1993.
- Terracerías, Normas para Construcción Instalaciones, Carreteras y Aeropistas. S.C.T. México, 1998.