

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA
CARRETERA COCACHACRA-MATUCANA
DEL Km. 59+000 AL Km. 62+000
DISEÑO GEOMETRICO INCREMENTANDO BERMAS Y CURVAS DE
TRANSICION**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JAIME RUBINO CORMAN MEDRANO

Lima- Perú

2006

INDICE

INDICE	01
RESUMEN	04
INTRODUCCION	06
CAPITULO 1: ANTECEDENTES	07
1.1 Antecedentes	07
1.2 Objetivo del Proyecto	07
1.3 Descripción del Proyecto	07
1.4 Descripción de la Zona del Proyecto	08
1.4.1 Ubicación Geográfica	09
1.5 Información Disponible	09
1.6 Área de Influencia	09
1.6.1 Proyecciones Económicas del Área de Influencia	09
1.7 Ingeniería de Tránsito	10
1.7.1 Introducción	10
1.7.2 Generalidades	11
1.7.3 Objetivos	12
1.8 Trazo y Diseño Vial	12
1.8.1 Evaluación del Trazo Existente	12
1.8.2 Análisis de Curvas Horizontales y Verticales	13
1.8.3 Ajuste del trazo a la nueva velocidad directriz	13
1.8.4 Características Técnicas del Diseño	14
1.8.5 Normas de Diseño	15
1.9 Señalización y Seguridad Vial	15
1.9.1 Diseño de la Señalización	16
1.9.2 Seguridad Vial	18
1.10 Evaluación Geológica y Geotecnia	18
1.10.1 Evaluación Geológica	18
1.10.2 Trabajo de Campo	18
1.10.3 Trabajos de Gabinete	19
1.10.4 Descripción	19
1.10.5 Geología General	21
1.10.6 Unidades Geológicas	21

1.10.7	Geodinámica Externa en el Tramo en Estudio	23
1.10.8	Geodinámica Interna	23
1.10.9	Evaluación Geotécnica	24
1.10.10	Estudio de Canteras	27
1.10.11	Diseño de Pavimento	28
1.10.12	Fuentes de Agua	33
1.11	Análisis Hidrológico	34
1.11.1	Parámetros Hidrológicos	35
1.11.2	Diseño de Obras de Arte y Drenaje	38
1.12	Impacto Ambiental	40

CAPITULO 11 GENERALIDADES 42

2.1	Objetivos	42
2.2	Memoria Descriptiva	42
2.3	Definiciones Preliminares	44
2.4	Clasificación de la Carretera	47
2.4.1	Clasificación según su función	47
2.4.2	Clasificación de acuerdo a la demanda	48
2.4.3	Clasificación según sus condiciones orográficas	49
2.5	Parámetros de Diseño	50
2.5.1	Velocidad Directriz	50
2.5.2	Pavimento	51
2.5.3	Bermas	54
2.5.4	Bombeo	57
2.5.5	Peralte	58
2.5.6	Tráfico	58
2.5.7	Taludes	59
2.5.8	Cunetas	60

CAPITULO 11 DISEÑO GEOMETRICO 62

3.1	Diseño de Curvas Horizontales	62
3.1.1	Elementos de una Curva Horizontal	62
3.1.2	Radio Mínimo	64
3.1.3	Relaciones Geométricas de una Curva Horizontal	65

3.1.4	Diseño de Sobreanchos	66
3.1.5	Longitud de Transición y Desarrollo del Sobreancho	67
3.1.6	Diseño de Peraltes en Curvas Horizontales	69
3.1.7	Curvas de transición	71
3.2	Trazo en Planta	80
3.2.1	Nomenclatura	80
3.2.2	Determinación de las progresivas de los PC, PI y PT	81
3.3	Diseño de Curvas Verticales	82
3.3.1	Elementos de la Curva Vertical Parabólica	83
3.3.2	Relaciones Geométricas de una Curva Vertical Parabólica	83
	CONCLUSIONES	96
	RECOMENDACIONES	97
	BIBLIOGRAFIA	98
	ANEXOS	99

RESUMEN

El proyecto tiene como nombre "Rehabilitación de la carretera Héroes de la Breña", Tramo Cocachacra - Matucana, desde el Km.59+000 al 62+000 el cual comprende de 3 Kilómetros. Esta carretera fué rehabilitada entre el año 2000 y 2003 cuyos estudios y supervisión lo realizó la Consultora Cesel S.A.

El proyecto pertenece al Distrito de Matucana, Provincia de Huarochiri y Departamento de Lima cuyas coordenadas son:

59+000	337104.701E	8685108.126N
62+000	339577.302E	8686004.407N

Su temperatura promedio en el sector del proyecto es 15° C.

Como información disponible del proyecto en estudio, se-ha tomado en cuenta la información del proyecto yá ejecutado y para el presente desarrollo se utilizó la información de levantamiento topográfico únicamente.

La velocidad directriz actual es de 50Km/H, para el desarrollo de este proyecto se ha mantenido la misma.

Al evaluar el terreno en la visita de campo realizado, se observa la ausencia de bermas en la parte derecha de la vía, así mismo el diseño geométrico no cuenta con curvas de transición, siendo el motivo del informe mejorar el diseño considerando estos ítems.

En el tramo en estudio se alargará dos alcantarillas, hacia el lado izquierdo por lo que se está incrementando bermas y curvas de transición, ya que influyen directamente en el ancho de vía.

Geológicamente el sector ésta identificado en por zonas bien definidas que son desde el Km. 59+00 al 60+640 corresponde al depósito Coluvio - aluvial que tiene más de 18m de altura presentando un talud variable de 50° y 70° mostrando un talud de muy buena estabilidad, desde el Km. 60+640 al 62+000 la

carretera se desarrolla en el talud compuesto por riodacitas de fuerte inclinación de 50° y 70° . El afloramiento demuestra numerosas fracturas cerradas semiverticales.

Los taludes actuales son de 1:10 (H:V) lo cual muestra buena estabilidad, es por ello que en el proyecto se está manteniendo el mismo.

En el diseño geométrico se consideró los muros existentes como su ubicación en planta y en elevación.

En el proyecto se está incrementando la cuneta rectangular, con el propósito de disminuir el ancho de la sección del diseño.

INTRODUCCIÓN

Debido a las variedades topográficas, suelos variados que representan los suelos patrios, se crean condiciones distintas en el diseño, adoptándose cumplir con las normas vigentes para el diseño; cuyo diseño geométrico deberá brindar una funcionalidad, seguridad, comodidad, la integración en su entorno y la economía.

Desde el principio de la existencia del ser humano se ha observado la necesidad de comunicarse, por lo cual fué desarrollando diversos métodos para la construcción de caminos, desde los caminos a base de piedra y aglomerante hasta la actualidad con métodos perfeccionados basándose en la experiencia que conducen a grandes autopistas de pavimento flexible o rígido.

Es por esto, el interés en desarrollar en el presente Informe de Suficiencia el tema de diseño geométrico

Todo diseño geométrico se presenta utilizando como parámetro de diseño principal a la velocidad de directriz. Esta velocidad condiciona todas las características relacionadas a la seguridad del tránsito. La velocidad de diseño (V_d) nos brindará los valores mínimos y normales de los elementos de diseño que se emplea.

Las carreteras son importantísimas por la vida moderna tanto urbana como rural, ya que facilitan el constante movimiento de personas y bienes. Por esto, mantener un buen servicio de la vías de comunicación, merece el apoyo de todos.

CAPITULO 1: ANTECEDENTES

1.1 Antecedentes

Debido a los problemas ocasionados por el fenómeno del El Niño, El Ministerio de Transporte, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, a través del Sistema Nacional de Mantenimiento de Carreteras - SINMAC, implementó el Proyecto de Rehabilitación de Carreteras Afectadas por El Niño.

Como resultado del concurso realizado, el ganador para la realización de los estudios y supervisión fue el Consorcio PCI - CESEL, al que se le adjudicó la Buena Pro.

El tramo otorgado fue la Carretera Héroes de la Breña, desde el Puente Ricardo Palma hasta La Oroya, dividida en cuatro tramos, entre uno de ellos el Tramo 2 Cocachacra - Matucana. Estos trabajos se ejecutaron entre los años 2000 al 2003.

De la inspección y evaluación realizada; específicamente entre el Km. 59 +000 al Km. 62 + 000, se ha concluido en mejorar el trazo actual en puntos específicos, objeto del presente informe.

1.2 Objetivo del Proyecto

Mejorar el trazo existente entre el Km. 59 + 000 al Km.,. 62 + 000 aplicando las normas peruanas de carreteras, a fin de brindar mejores condiciones de servicio, comodidad y seguridad al usuario.

1.3 Descripción del Proyecto

El proyecto está referido básicamente a lo siguiente:

- Mejorar el trazo en lo referente a las curvas circulares por curvas espirales, comprendido entre los PI 31 al PI 46, las mismas que se encuentra ubicadas entre el Km 59 + 000 al 62 + 000.

- El mejoramiento consiste en un ensanche del pavimento en las curvas geométricas, lo cual implica un nuevo pavimento, así como alargamiento de alcantarilla, construcción de cunetas, muros de concreto ciclópeo tipo gravedad y colocación de señalización.

1.4 Descripción de la Zona del Proyecto

La zona del proyecto forma parte de la carretera Héroes de la Breña y se inicia en el Km. 59 + 000 y finaliza en el Km. 62 + 000.

El tramo mencionado, recorre una carretera asfaltada serpenteando las terrazas del río Rímac, con un ancho de plataforma de vía de 7.20 m., no existiendo a lo largo de estos tres (03) kilómetros bermas a ambos lados de la vía, salvo en los sectores que existen viviendas y lavaderos de carros.

La vía se desplaza por una topografía semi-ondulada y a media ladera con pendientes también variables entre 1% a 6%, en su recorrido cruzan quebradas como La Cascada en puente del mismo nombre y Verrugas en puente también del mismo nombre.

En su recorrido se cuenta con alcantarillas, que en un 80% de estas se encuentran colmatadas por arrastres de material de lodo y piedra. También se tiene cunetas triangulares de concreto a ambos lados de la vía, apreciándose un 30% de su longitud que son usadas para la instalación de mangueras de agua que sirven a los lavaderos de carros que existen en el tramo del proyecto, lo que origina que las aguas se filtre a la vía, lo cual puede mermar la capacidad de la carretera.

La clasificación del material existente en dicho tramo es del orden de 50% material suelto (aluvial, coluvial, material de huayco), 30% roca suelta y 20% roca fija.

1.4.1 Ubicación Geográfica

El proyecto forma parte de la carretera Héroes de la Breña y se encuentra ubicado en el distrito de Matucana, provincia de Huarochiri, departamento de Lima.

Los datos precisos de longitud son:

Inicio	:	Km. 59 +000
Final	:	Km. 62 +000
Longitud	:	3.00 Kms.

1.5 Información Disponible

Para la elaboración del proyecto se ha contado con la siguiente información:

- Estudio de la Rehabilitación de las Carreteras Afectadas por el Niño MTC - SINMAC - JBIC.
- Información cartográfica de la Carta Nacional 1 : 100,000, planos cartográficos 1: 25,000, de la zona de Cocachacra y Matucana.
- Planos geológicos de la zona del proyecto.
- Información del INEI sobre población, cultivos en la zona del proyecto y otros.

1.6 Área de Influencia

1.6.1 Proyecciones Económicas del Área de Influencia

La proyección económica del área de influencia, se desarrolla en el comercio de productos de primera necesidad de los departamentos hacia la capital de Lima, entre ellos se tiene productos del sector agrícola, minería y ganadería entre otros.

La identificación del área de influencia se realizó a partir de los resultados de las encuestas orígenes y destinos. El área de influencia de este proyecto abarca a regiones a nivel nacional como Lima; la zona central del Perú, como Junín, Cerro Paseo, Huanuco, San Martín y Ucayali. Todas estas regiones pueden considerarse como área de influencia Indirecta. El área de influencia Directa es

aquella donde se genera y atrae el mayor número de viajes, dentro de estas área tenemos: Chosica, Cocahacra, Surco y Matucana.

1.7 Ingeniería De Transito

1.7.1 Introducción

La determinación del tráfico es de vital importancia para poder adelantar otras actividades como la de realizar el diseño adecuado de la estructura de pavimento y la evaluación del proyecto, pues gran parte de los beneficios derivados del mismo son debidos a los ahorros en costos de operación vehicular. Dentro de las actividades realizadas en campo para su determinación del tráfico, solo se cuenta con pocas horas para su determinación, lo cual no representaría el tráfico real en dicha carretera. Bajo estas condiciones se tomaran la información recopilada referente al proyecto, variando solo en el periodo de diseño para nuestro proyecto. Además el estudio de tráfico esta referido al proyecto en sí del tramo Cocachacra - Matucana y no solo al tramo correspondiente al grupo.

Puente Verrugas



Estación de Peaje Ruta 20



1.7.2 Generalidades

La carretera Puente Ricardo Palma - La Oroya forma parte de la Ruta del Sistema Nacional N° 20 que se inicia en el Ovalo Santa Anita, continúa por Matucana, San Mateo, Casapalca y Morocha hasta llegar a La Oroya de donde prosiguen Tarma y el Valle de Chanchamayo y otro que prosigue hasta Huancayo, Huancavelica y Ayacucho, la misma que se muestra en la Figura 1

Figura 1 Vinculación de las ciudades aledañas con la carretera



También la carretera se ramifica en los departamentos que conforman la zona de influencia: San Martín, Huánuco, Paseo, Lima y Callao, Ucayali, Junín, Huancavelica.

1.7.3 Objetivos

Los objetivos son los siguientes:

En campo

- Conteo Vehicular en estaciones.
- Encuesta de Origen -Destino de vehículos de carga y de pasajeros.

En Gabinete

- Calculo de factores de corrección y del IMDA
- Variables macroeconómicas de los departamentos que conforman el área de influencia
- Calculo del Trafico Total Proyectado
- Calculo de los factores destructivos y de los ejes equivalentes acumulados

1.8 Trazo y Diseño Vial

1.8.1 Evaluación del Trazo Existente

El subtramo en estudio se inicia en la progresiva 59+000 y termina en la progresiva 62+000, de la vía de penetración de la Carretera Héroes de la Breña, Tramo Cocachacra - Matucana, con cotas de rasantes que fluctúan desde 1646.582 m.s.n.m. (Km 59+000) y 1769.389 m.s.n.m. (Km 62+000). Las coordenadas Geográficas van desde 337104.701 E, 8685108.126N hasta 339577.302E, 8686004.407N, correspondientes al inicio y final del subtramo. Las características de la carretera corresponden a una vía de 1° clase con 2 carriles de 3.30 m cada una y la escasez de bermas en ambos lados.

El recorrido se hace en una carretera asfaltada, serpenteando las terrazas del río Rímac, el ancho de plataforma de la vía es de 7.20 a 7.50 m, no existiendo a b

largo de los tres kilómetros bermas a ambos lados de la carretera, la vía se desplaza por una topografía semi ondulada con pendientes también variables entre 1 a 6%, en el recorrido se cruzan las quebradas: La Cascada en puente del mismo nombre y Verrugas en puente también del mismo nombre.

Cabe resaltar que existen puntos en el tramo donde se han establecido pobladores que tienen como actividad laboral el lavado de vehículos al costado de la carretera, mediante agua a presión, el agua de esta actividad se filtra hacia la carretera y puede mermar la capacidad de la carretera.

1.8.2 Análisis de Curvas Horizontales y Verticales

En el análisis de curvas horizontales se ha encontrado la presencia de curvas con radios menores a los mínimos permitidos en las Normas, muchos de ellos se han tenido que mantener con esas dimensiones por la necesidad del proyectista de ceñirse a la forma que presenta la falda de los cerros por donde va la carretera. Asimismo se han observado curvas sinuosas o curvas con longitud en tangente intermedia muy por debajo de los permitidos en las Normas, esto por lo explicado en líneas arriba; además en muchas de las curvas mencionadas se tiene el problema de visibilidad, por la presencia de taludes de corte empinados y no de acuerdo al diseño que le corresponde.

En cuanto a las curvas verticales, se puede mencionar que no hay la existencia de pendientes altas ni mucho menos mayores a los indicados en la Normas, hay suficiente visibilidad en curvas verticales cóncavas y convexas, esto por no haber notoriedad en las diferencias algebraicas entre pendientes contiguas, sea en el mismo sentido o de sentidos opuestos.

1.8.3 Ajuste del Trazo a la Nueva Velocidad Directriz

No solamente por el diseño con una nueva velocidad directriz (60 Km/h), sino que por Norma se recomienda el uso de espirales de transición para carreteras con velocidades a partir de 30 Km/h.

En principio se ha tratado de mantener la posición original de la ubicación de los puntos de inflexión (PI) del trazo original, así como de la dimensión del radio; pero en la totalidad de curvas, excepto en el primero (Curva N° 31) por la existencia cercana del puente La Cascada, se han cambiado las curvas circulares por curvas de longitud de transición de peralte, denominadas también espirales de transición; tratando en lo posible, en la medida que la forma del terreno lo permita, de no tener curvas y contracurvas, o si las hubiera de hacer coincidir el punto ET (Espiral Tangente) de una curva con el punto TE (Tangente Espiral) de la siguiente curva.

1.8.4 Características Técnicas de Diseño

Se han establecido las características de diseño, de acuerdo a las Normas de Diseño del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, así como a los criterios básicos que influyen en distinto grado en el diseño, referidos a la calidad del servicio y seguridad, la inversión inicial, los costos de conservación y operación a lo largo de la vida útil de la obra, el impacto del proyecto sobre el medio ambiente, y la compatibilización de los aspectos técnicos con los aspectos estéticos, para lograr la más alta calidad final del proyecto.

Los criterios aplicados para determinar las Secciones Típicas y los Parámetros de Diseño del tramo en estudio, se ha basado en el Manual de Diseño de Geométrico de Carreteras DG - 2001, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Las características geométricas de la vía, han sido definidas teniendo en cuenta que la carretera deberá proporcionar seguridad a la circulación vehicular, al menor costo de la construcción, como consecuencia de mínimos cortes laterales y conservación de las características existentes, siempre y cuando se adecuen a los parámetros de diseño establecidos.

1.8.5 Normas de Diseño

Las Normas de Diseño, seguidas por el presente estudio son: Las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, conjuntamente con la Gula de Diseño Geométrico de Carreteras, que son parte del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG - 2001) elaborados por el MTC.

EL DG - 2001, reúne las normas y especificaciones necesarias para proyectar el trazado de una carretera. Sus disposiciones son de carácter obligatorio para todos los Proyectistas que realicen diseños contratados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

1.9 Señalización y Seguridad Vial

En toda carretera, la Señalización y la Seguridad Vial son de mayor importancia. La seguridad vial comprende aspectos mucho más amplos que abarcan desde la propia señalización, las características geométricas de la vía, hasta la difusión y educación de la población en aspectos de seguridad vial, lo que se denomina, Educación Vial. La señalización es la materialización ingenieril en forma de señales, letreros informativos, pintura en el pavimento, guardavías u otros, de las medidas de seguridad vial. Sin embargo, sabemos que poco sirven estas medidas cuando los usuarios, la población, no conocen el significado de las señales, y consecuentemente, les son en muchos casos, indiferentes.

La Educación Vial se refleja en el cada vez más creciente aumento del número de accidentes de tránsito con consecuencias fatales. Como se puede apreciar, en lo que compete a la Ingeniería, y por ende, a nuestro Estudio, el esfuerzo está orientado a proyectar la mejor señalización, balanceando en forma óptima el aspecto técnico con el económico, y la seguridad. Sin embargo, cualquier proyecto de señalización y seguridad vial será inútil si no existe una educación vial impartida eficientemente a la población y asumida por ésta, labor que escapa del alcance del Estudio.

En la selección y ubicación de las señales se han tenido presente las condiciones mínimas que debe cumplir toda señal para ser eficiente y así contribuir a una segura señalización de la vía.

1.9.1 Diseño de la Señalización

Debe tenerse en cuenta que el Estudio que se desarrolla corresponde, en alguna medida como propósito didáctico, al de una carretera nueva para poder hacer el diseño respectivo.

Por este motivo, el enfoque fundamental del Diseño de la Señalización se basa en tomar en cuenta que la vía en proyecto es una carretera que requiere, acorde a su categoría, una señalización nueva.

Para el diseño de las señales se ha aplicado lo establecido en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, en su última edición de Julio del 2000.

El diseño de la señalización vertical incluye las señales preventivas, reglamentarias e informativas.

En todos los casos se ha tratado de lograr uniformidad en cuanto al tamaño y diseño del mensaje para alcanzar de esta manera una eficiencia operativa, evitándose la colocación de un exceso de señales, que en vez de ayudar al conductor, lo desorienten.

- a) Señales Preventivas
- b) Señales Reglamentarias
- e) Señales Informativas

En lo que respecta a la Señalización Horizontal, se pintarán marcas sobre el pavimento con el objeto de reglamentar el movimiento de los vehículos e incrementar la seguridad en su operación. Los colores de la pintura de tráfico a utilizarse serán blanco y amarillo.

Las líneas blancas indican separación de corrientes de tráfico en el mismo sentido de circulación. Las líneas amarillas indican separación de corrientes vehiculares opuestas en circulación.

Estas marcas han sido agrupadas en la siguiente forma:

Líneas continuas de borde, color blanco, las cuales, para este caso, han sido diseñadas como líneas de borde de pavimento y en zonas en donde el adelanto a los vehículos está restringida.

Líneas discontinuas, color amarillo, las cuales, para este caso, han sido diseñadas como líneas separadoras de carriles de circulación en sentido contrario, cuyos segmentos serán de 4.50 m. de longitud, espaciados 7.50 m.

En las zonas de curvas con prohibición de adelantamiento se utilizará una Zona de Preaviso de longitud 50 m. antes de la prohibición que consistirá en segmentos de 4.50 m. de longitud, con separación de 1.50 m. La zona de adelantamiento prohibido consistirá en dos líneas continuas de color amarillo. La prohibición se uniformizará desde ambos carriles, eliminándose las prohibiciones parciales de un carril a otro entre la zona de Preaviso y la zona de prohibición.

Todas las líneas serán de 0.10 m. de ancho, pintadas con pintura de tránsito en color blanco para los bordes de calzada y amarillo para el centro de la misma, tal como se explicó en líneas anteriores y conforme se indica en los planos.

1.9.2 Seguridad Vial

A continuación pasamos a describir los principales elementos de seguridad vial empleados en el proyecto.

- a) Postes Delineadores
- b) Guardavías
- e) Tachas Retroreflectivas Bidireccionales

1.10 Evaluación Geológica y Geotecnia

1.10.1 Evaluación Geológica

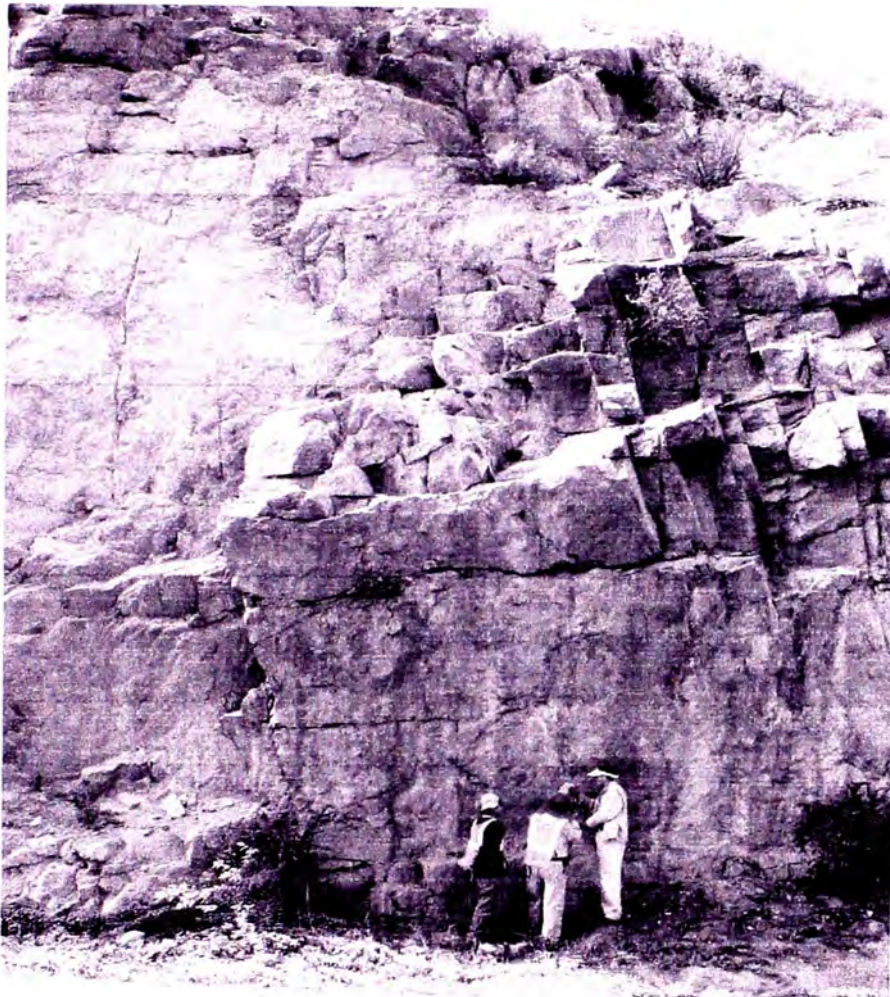
La presente evaluación se realizó con la finalidad de establecer las características geológicas y geotécnicas de la vía, identificando las formaciones geológicas, fenómenos de geodinámica externa u otros procesos, que condicionan el grado de estabilidad o comportamiento de los taludes existentes y/o por proyectar, a fin de que se puedan efectuar las recomendaciones del caso para su manejo o mitigación.

El procedimiento seguido en la elaboración y culminación de la Evaluación Geológico Geotécnico de la carretera, consta de las siguientes fases:

1.10.2 Trabajo de Campo

El trabajo de campo se realizó a lo largo de la vía efectuándose el reconocimiento in situ de las características geológicas de la zona, así como la identificación de los fenómenos de Geodinámica Externa, dentro del área del Proyecto, establecer la clasificación de materiales de corte y evaluar las condiciones de estabilidad de los taludes.

Identificación de las fracturas de las rocas



1.10.3 Trabajos de Gabinete

En esta etapa de trabajo, se procedió a la revisión de la información existente en los cuadrángulos geológicos a escala 1:100,000 editados por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (hoja 24j Chosica); en Carta Nacional a escala 1:100,000 del Instituto Geográfico Nacional.

1.10.4 Descripción

El tramo correspondiente al Km. 59 + 000 al Km. 62 + 000, presenta las siguientes características:

El tramo comprendido entre los Km 59+000 y 60+640 corresponde al depósito coluvio-aluvial y presenta un talud de fuerte inclinación que varía entre 50° y 70° . El talud, en general, demuestra buena estabilidad por la fuerte cementación. Entre los Km 60+640 y 62+400, la carretera se desarrolla en el talud compuesto por riocacitas de fuerte inclinación, variable entre 50° y 70° . El afloramiento demuestra numerosas fracturas cerradas, semi-verticales, sin apertura. Los taludes, en general, presentan moderada estabilidad.

**Lado derecho de la vía se aprecia depósito coluvio aluvial
de más 18m de altura.**



1.10.5 Geología General

En la Zona comprendida del Puente Ricardo Palma hasta La Oroya se hallan rocas del Jurásico al Cuaternario Reciente. Las rocas intrusivas van del Cretáceo al Terciario

Las unidades geológicas que tiene conexión directa con la carretera, están constituidas por rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas.

Las rocas del Cretáceo están orientados en dirección NW y tiene una distribución irregular en la cuenca del río Rimac; es rica en fases marinas y calcáreas de litología blanda y esta constituida por caliza asociada con marga, lutita y cuarcita. Esta Formación presenta varios plegamientos en dirección NW-SE y fallas en dirección NW-SE y E-W.

Los rasgos geomorfológicos presentes de la Zona en mención, están marcados por la línea divisoria que separa las cuencas del río Rímac ubicadas en el flanco oeste de la Cordillera Occidental de los Andes y las del río Mantaro que se ubican en el flanco oriental de la mencionada cordillera.

1.10.6 Unidades Geológicas

El Tramo en estudio está comprendido entre Cocachacra y Matucana, siendo las unidades geológicas que afloran en este Tramo las que se detallan a continuación:

Cretaceo superior:

Se hallan ampliamente distribuidas y están representadas por las superunidades Santa Rosa (compuesta de tonalitas-granodioritas).

Estas rocas se encuentran fracturadas, meteorizadas, con disyunción esferoidal, generalmente con mediana resistencia al golpe de martillo, su fracturamiento y meteorización da lugar al desprendimiento de fragmentos y bloques que se

acumulan en las laderas o al pie de ellas. Los sismos fuertes pueden provocar el desprendimientos de estos bloques, ocasionando danos a la carretera.

Jurásico:

Constituida por andesitas y calizas de la Formación Arahua (J-ar), ubicada en la progresiva Km 48+500 - Km 53+000 en tres niveles:

Inferior constituido por derrames andesíticos con estratificación grosera.

Intermedio compuesto por una alternancia de capas de calizas bituminosas con paquetes de limolitas o lodolitas.

Superior constituido por metavolcánicos en capas media, con lodolitas calcáreas negras.

Terciario:

Grupo Rimac (Tim-r)

En este grupo se pueden diferenciar:

Serie volcánico-sedimentaria: consiste en lavas y brechas andesíticas de color gris azulado a verdoso, tobas andesíticas y a unas intercalaciones de arenisca.

Serie sedimentario-tobácea: consiste en tobas pardo grisáceas a blanquecinas, de composición riolítica y dacítica.

Serie tobácea: consiste en tobas pardo grisáceas a blanquecinas, de composición riolítica y dacítica.

Serie volcánico-sedimentaria: constituye la parte superior del grupo Rimac. Consiste en limolitas gris verdosas, areniscas fespáticas y una secuencia de volcánicos tobáceos porfiroides de color violáceo. Esta unidad aflora desde la quebrada Canana hasta San Mateo.

Cuaternario:

Consiste en:

Depósitos fluviales (Q-fl).- poco consolidados, acumulados por procesos fluviales antiguos, que ocupan el fondo del valle y forman las terrazas. En estos depósitos se encuentran clastos heterométricos de pequeñas dimensiones como guijarros, gravas subredondeadas a redondeadas, hasta bloques de diferente

naturaleza en estratificaciones complejas, englobados en una matriz arenolimososa.

Depósitos coluviales (Q-co).- Son depósitos angulosos heterométricos, producto de la descomposición meteórica de los afloramientos rocosos que se ubican en las laderas y que se han emplazado allí por acción de la gravedad. Se incluyen en estos depósitos las acumulaciones de materiales provenientes de derrumbes y deslizamientos. Están ampliamente distribuidos a lo largo de la ruta.

En este tramo destacan además los pliegues y fallas que afectan las rocas volcánicas y volcánico-sedimentarias.

1.1 O.7 Geodinámica Externa en el Tramo en Estudio

Quebradas con riesgo de huaycos

En el tramo Km. 59 + 000 al Km. 62 + 000, se tiene dos quebradas importantes, una que corresponde al Puente Verruga y el otro al Puente Esperanza.

Los materiales sólidos provenientes del desprendimiento de rocas, erosión de laderas y derrumbes generalmente se depositan temporalmente en los afluentes y cauce principal de la quebrada y, posteriormente, continúan reactivándose durante épocas de fuerte precipitación.

Taludes Inestables

Se verificó caídas de bolones esporádicamente en menor escala, siendo necesario determinar el nivel de riesgo de los taludes identificados como inestables, para tomar las medidas correctivas y lograr la estabilización de los mismos a fin de garantizar la transitabilidad de los vehículos por la vía.

1.10.8 Geodinámica Interna

El Tramo Cocachacra - Matucana se encuentra bajo la influencia de dos fuentes principales de eventos sísmicos: la zona de subducción de la placa de Nazca por

debajo de la placa Sudamericana, y los sismos continentales producto de la actividad sísmica superficial andina.

Los registros sísmicos instrumentales indican la subducción de la placa de Nazca, aumentando la profundidad focal de los sismos hacia el continente. Se aprecia una alta concentración de sismos frente a la costa y sismos superficiales continentales

1.10.9 Evaluación Geotécnica

Estudio de Suelos

Objetivo

Conocer las características y condiciones de los suelos que forman el pavimento, explanaciones y terreno de cimentación, del tramo en estudio Km. 59 + 000 al Km. 62 + 000.

Metodología

Se realizó la excavación de calicata en el Km. 59 + 488, extrayendo muestras representativas de los estratos y determinación de las características físicas de los materiales, lo que permitió describir el tipo de suelo predominante, realizar ensayos de laboratorio para determinar las características físico-mecánicas requeridas para clasificar correctamente los suelos y realizar el análisis de capacidad de soporte del tramo. Asimismo, se contó con información del proyecto realizado en el sector Puente Ricardo Palma - La Oroya.

Trabajo de Campo

Se realizó las siguientes labores:

Reconocimiento del área del terreno natural en estudio.

Exploración del terreno natural existente mediante excavación manual a cielo abierto o calicata hasta una profundidad de 1.20 m., ubicado en el Km. 59 + 488, lado izquierda de la vía.

Se identificó los diferentes estratos en la excavación realizada y se obtuvo muestras representativas que fueron llevadas al laboratorio para efectuar ensayos de sus respectivas características físicas.

Lado izquierdo de la vía se aprecia la calicata, realizada por los integrantes del grupo.



Ensayos de Laboratorio

Los ensayos realizados fueron los siguientes:

Análisis granulométrico por tamizado	ASTM C - 136
Límite líquido	ASTM C-4318
Límite Plástico	ASTMC-4318
Contenido de Humedad	ASTM C-2216

Mediante estos ensayos se clasificaron los suelos según el sistema SUCS y AASHTO.

Próctor Modificado	ASTM D - 1557
Relación de soporte de California (CBR)	ASTM D - 1883

Perfil Estratigráfico

Para el perfil estratigráfico se tuvo a bien contar con información referente al Estudio de la Rehabilitación de las Carreteras afectadas por el Fenómeno del Niño, relacionado a mediciones de las capas constituyentes del pavimento existente en la zona en estudio y del suelo de la subrasante, con los siguientes resultados:

Carpeta Asfáltica

Espesor variable de 10 a 20 cm., predominantemente con dos tramos principales de espesores distintos: Km. 53 + 000 al Km. 56 + 000 de 20 cm. de espesor y del Km. 56 + 000 al Km. 74 + 300 con espesor de 15 cm.

Base Granular

Espesor que varía de 15 a 40 cm., con valores predominantes que varían entre 20 y 30 cm. Formada predominantemente por gravas limo-arcillosas bien y mal graduadas de forma angular a subangular y zonas aisladas con presencia de arena limo-arcillosa, predominando los suelos con clasificación GP-GM y GW-GM.

Sub-Base

Para el análisis efectuado se considera que el pavimento solo lo forman la carpeta asfáltica y base. En general los suelos que integran el pavimento y subrasante están formados por material granular, gravas limosas y arcillas de baja plasticidad, encontrándose en zonas aisladas arenas con finos de baja plasticidad.

Sub-Rasante

Formada por material granular de forma angular a subangular, gravas limosas y arcillosas.

Características del tramo Km. 59 + 000 al 62 + 000

El tramo en estudio, tiene las siguientes características:

Carpeta asfáltica de espesor variable de 10 a 15 cm.

Base Granular de espesor variable de 25 a 20 cm.. del tipo grava limosa mal graduada GP - GM.

Subrasante del tipo grava arcillosa GC y grava mal graduada GP

1.10.10 Estudio de Canteras

Objetivo

Verificar la calidad de los materiales disponibles para realizar una rehabilitación o mejora en la carretera central tramo Cocachacra - Matucana

Metodología

El estudio de canteras consistió en realizar calicatas a fin de determinar el volumen existente y definir el tipo de suelo predominante y que a través de ensayos de laboratorio se determine las características físico-mecánicas de los materiales que serán usados en las diferentes etapas de la rehabilitación y/o mejoramiento de la carretera.

En el tramo Cocachacra - Matucana se tiene tres canteras: Esperanza (Km. 57 + 500), San Juan (Km. 69 + 860) y Huariqueña (Km. 71 + 640).

Sus características se detallan a continuación:

Cantera Esperanza

Se ubica en el lecho del río Rímac en la margen izquierda. A la altura de la progresiva 57 + 500 de la carretera central, en su lado izquierdo se encuentra el acceso.

El material típico de esta cantera está conformada por grava mal graduada (GP) de forma redondeada de color gris, presenta un 50% de boleos subredondeados

mayor a 2' y con tamaño máximo de 15", 28.6% de grava menor a 2' con 20.6% de arena y 0.8% de finos no plásticos.

El material se clasifica como grava ,mal graduada (GP) en el sistema SUCS y A-1-a (O) en el sistema AASHTO.

Cuenta con una sección para explotación de 600 x 50 m. y una potencia de 3.00 m., lo que hace un volumen disponible de 91,000 m³.

Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio realizados en el sector Puente Ricardo Palma - La Oroya, son los siguientes:

Análisis granulométrico	ASTM C - 136
Límites de consistencia	ASRM D - 4318
Equivalente De arena	ASTM D - 2419
Durabilidad con sulfato de sodio	ASTM C - 88
Partículas chatas y alargadas	ASTM D - 4791
Peso unitario de agregados	ASTM D - 29
Gravedad específica del agregado	ASTM C - 127
Caras fracturadas	ASTM D - 5821
Absorción del agregado	ASTM C - 128
Abrasión (máquina de los angeles)	ASTM C - 1319
Relación de soporte de california	ASTM D - 1883

1.10.11 Diseño de Pavimento

Introducción

El diseño del pavimento esta basado en los estudios de suelos y la evaluación de pavimentos ha sido efectuado siguiendo los lineamientos establecidos por el método AASHTO y supletoriamente por el método del Instituto del Asfalto

Evaluación del Pavimento

Los trabajos de campo y gabinete efectuados, relacionados con el estudio de suelos y evaluación de pavimento, permiten conocer las características de los elementos que integran el pavimento y la condición superficial y estructural del mismo, indispensables para la realización del diseño y proposición de las alternativas de rehabilitación.

Evaluación de Suelos

Los suelos que forman la estructura de pavimento están constituidos básicamente por carpeta y base, sin que se haya detectado capa de sub-base.

La carpeta presenta espesores considerables, hasta de 20 cm, debido a los trabajos de rehabilitación que principalmente han consistido en la colocación de recapeos de 5 a 8 cm de espesor.

Los suelos que forman la base granular están formados principalmente por gravas bien y mal graduadas con pocos finos limosos y arcillosos, apoyados sobre una subrasante formada igualmente por material granular de características similares al de base, pero con contenido de finos y plasticidad ligeramente mayor.

Clasificación de Suelos (Base) sectorizados

Desde Km	Hasta Km	Descripción del Suelo
53+000	54+000	Grava limo-arcillosa, (GM-GC).
54+000	63+500	Grava limosa mal graduada, (GP-GM).
63+500	64+500	Grava limosa bien graduada, (GW-GM).
64+500	68+500	Gravas limosas y arcillosas mal graduada.
68+500	72+000	Grava limosa bien graduada, (GW-GM).
72+000	74+300	Grava arcillosa mal graduada, (GP-GC).

Lo resaltado en amarillo corresponde al tramo en estudio al grupo

Clasificación de Suelos (Subrasante) sectorizados

Desde Km	Hasta Km	Descripción del Suelo
53+000	57+000	Gravas limosas y arcillosas bien y mal graduadas.
57+000	58+500	Grava bien graduada, (GW).
58+500	60+150	Grava arcillosa, (GC).
60+150	62+000	Grava mal graduada, (GP).
62+000	64+200	Grava limosa mal graduada, (GP-GM).
64+200	66+000	Gravas limpias y limosas, (GP y GM).
66+000	68+000	Grava limosa bien graduada, (GW-GM).
68+000	74+300	Gravas y arenas arcillosas, (GC y SC).

Lo resaltado en amarillo corresponde al tramo en estudio al grupo

El grado de compactación de la subrasante es de 93% en promedio por lo que se considera un poco baja.

El CBR determinado a la densidad in situ es variable, de 11 a 57%. Sin embargo, estos valores se consideran representativos de una subrasante de buena calidad, proporcionando un soporte adecuado al pavimento.

La zonificación de acuerdo al espesor de las capas de pavimento esta regida principalmente por la variación en el espesor de la carpeta y secciones predominantes, complementa con los valores promedio de CBR de la subrasante determinados a la densidad de campo.

Zonificación del suelo de acuerdo al espesor (Capas del pavimento)

Desde Km	Hasta Km	1	LONG	CARPETA	BASE	SUBRASANTE
		1	km	cm	cm	CBR (%)
53+000	56+000		3.0	20	20	38
56+000	59+200		3.2	10	25	39
59+200	65+400		6.2	15	20	33
65+400	67+700		2.2	10	35	45
67+700	74+200		6.5	15	20	25

Lo resaltado en amarillo corresponde al tramo en estudio al grupo

Obteniendo a un percentil de 90% un CBR de 25% lo cual es utilizado para el diseño del pavimento.

Diseño de Pavimento

Descripción del método de Diseño AASHTO

El método de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), version 1993, establece que la estructura de un pavimento debe satisfacer un determinado Numero Estructural, el cual se calcula en función:

- El trafico que transcurrirá por la vía, durante un determinado numero de años (periodo de diseño)
- La resistencia del suelo que soportara al pavimento
- Los niveles de serviciabilidad deseados para la vía, tanto al inicio como al final de su vida de servicio.

Adicionalmente, deben considerarse determinados parámetros estadísticos, que funcionan como factores de seguridad que garantizan que la solución obtenida cumple con un determinado nivel de confianza.

Una vez determinado el Numero Estructural requerido, la estructuración del pavimento se realiza por tanteos, asignando dimensiones a cada una de las capas consideradas, y, calculando en función a estas dimensiones y a la calidad de los materiales empleados expresada mediante un coeficiente estructural, los números estructurales parciales, los que sumados deben satisfacer el valor total requerido.

Los espesores de las capas finales deben cumplir con determinados valores mínimos, por razones constructivas, por razones de tráfico y por razones de tipo estructural.

Cálculo del Número Estructural Total Requerido

Para el cálculo del Numero Estructural Total (NS), que debe satisfacer la estructura del pavimento, el método proporciona la siguiente expresión:

$$\log(W_{18}) = Z_r - c_r + 9.36 - \log(NS + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{PO - PF}{4.2}\right)^{1.5}}{0.4 + \frac{1.094}{(NS + 1)^{5.19}}} + 2.32 - \log(MR) - 8.0$$

W18: Número Total de Ejes Equivalentes, para el periodo de diseño.

PO: Serviciabilidad inicial.

PF: Serviciabilidad final.

MR: Modulo de Resiliencia de la subrasante.

Zr: Desviación Standard Normal

a : Desviación Standard Total

NS: Numero Estructural

Estructuración del Pavimento

Para la estructuración de un pavimento, el método proporciona la siguiente expresión:

$$NST := NS1 + NS2 + NS3$$

$$NS1 := a1 - D1$$

$$NS2 := a2 - m2 - D2$$

$$NS3 := a3 - m3 - D3$$

Donde:

NST : Número Estructural Total requerido

NS 1, NS2, NS3 : Número Estructural Parcial

a1, a2, a3 : Coeficientes estructurales de los materiales

m2, m3 : Coeficiente de drenaje de materiales granulares

01, 02, 03 : Espesores asumidos de las capas

Conocido el Numero Estructural Total (NST) requerido, que debe satisfacer la estructura total del pavimento, el dimensionamiento se reduce a un problema de tipo aritmético, ya que, a_1 , a_2 , a_3 , m_2 y m_3 , son valores conocidos, y, D_1 , D_2 , D_3 son valores asumidos de tal manera que, efectuadas las operaciones indicadas en la expresión de estructuración, se debe cumplir con la igualdad.

1.10.12 Fuentes de Agua

Muestras Analizadas

Se analizaron las siguientes muestras de agua:

- Agua de la quebrada surco al lado derecho, Km. 66 + 000
- Agua de la quebrada Collana al lado izquierdo, Km. 71 + 500

Parámetros Evaluados

Se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla N° 2 Parámetros del análisis de la muestra de agua

Parámetro	Km. 66 + 000	Km. 71 + 500	Valor Límite
Cloruros	106.3	191.4	300 ppm (mg/L)
Sulfatos	43.3	87.0	300 ppm {mg/L}
Sales solubles totales	159.0	212.0	1500 ppm {mg/L}
Sólidos en suspensión	19.5	22.0	1500 ppm (mg/L)}
Materia orgánica	0.3	0.69	10 ppm {mg/L}
Ph	7.56	7.86	> 7

Del análisis realizado se tiene 22.5 cm de carpeta y 15 cm de base.

Para fines del presente informe y teniendo la estructura del pavimento existente 15 cm de carpeta y 25 cm de base, se tomara una nueva estructura que sea similar a la existente de espesores 20 cm de carpeta y 20 cm de base.

1.11 Análisis Hidrológico

Información Cartográfica

Se ha tomado la siguiente información cartográfica de la Carta Nacional:

Quadro N° 05
Cartas Nacionales en uso para el estudio de la cuenca hidrográfica

Denominación	Hoja	Escala	Institución
Omca	24J	1:100,000	IGJ
Maraca	24K	1:100,000	IGJ
QOya	24I	1:100,000	IGJ

Fuente: Estudio de la Red Nacional de Cartas Nacionales para "B N° MTC-SIC

Baboración: Prqja

Información Pluviométrica

Los registros de precipitación requeridos para la elaboración del estudio son los de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones consideradas en la cuenca del río Rímac, en el río Mantaro y vecinas. Se muestran en la siguiente tabla:

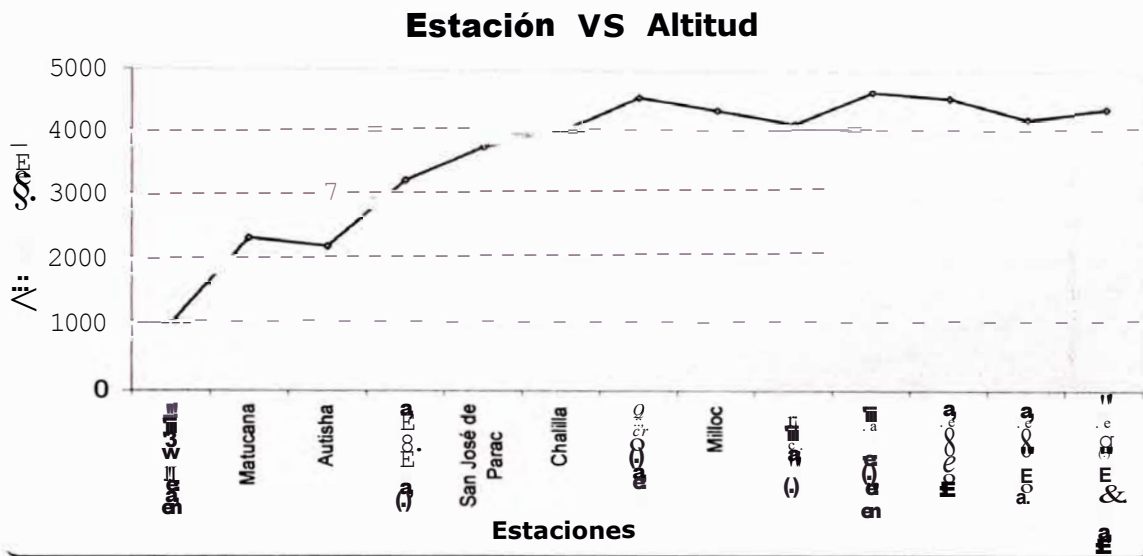
Climatología
ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

Estación	Cuenca	Altitud (m)	Latitud	Longitud	Periodo de Registro
Santa Eulalia	Rímac	1970	11°54'	76°41'	1004-1999
Vatu3la	Rímac	2378	11°50'	76°23'	1004-1999
Autisha	Rímac	2250	11°44'	76°37'	1004-1999
Cañapalio	Rímac	3272	11°39'	76°31'	1004-1999
San José de Parac	Rímac	3800	11°48'	76°15'	1004-1999
Olalilla	Lurin	4000	11°56'	76°27'	1004-1999
Mnacolque	Rímac	4000	11°35'	76°09'	1004-1999
Mifoc	Rímac	4400	11°34'	76°21'	1004-1999
ca	Rímac	4191	11°37'	76°13'	1004-1999
San Qistooal	Mantaro	4005	11°44'	76°13'	1004-1999
Mantarcacha	Mantaro	4000	11°25'	76°27'	1004-1999
Poomcha	Mantaro	4255	11°44'	76°07'	1004-1999
	IVentaro	4413	11°24'	76°27'	1004-1999

Fuente: Estudio de la Red Nacional de Cartas Nacionales para "B N° MTC-SIMOC-JBIC

Baboración: Aq:ia

Figura N° 2
Altitud de las estaciones de la cuenca del río Rmac



Elaboración : Propia (Tomado como referencia el cuadro N° 06)

1.1.1.1 Parámetros Hidrológicos

Parámetros Físicos y Geomorfológicos

La extensión de las subcuencas se ha delimitado en la hoja Matucana 24 k siguiendo la línea de cumbres para determinar el área drenante y se determina la longitud del cauce principal desde sus nacientes hasta la intersección con la vía, el perímetro de la cuenca, las altitudes máxima y mínima del cauce principal para determinar la pendiente del curso hídrico. Véase cuadro que sigue, los resultados de muestran en el cuadro siguiente:

Quadro N° 14
Cuencas en la hoja Matucana

N n m	Area	lín!. fim	Rnnaro	OáMIX	O á Mn	ftnlene
	knQ	km	km	m	m	ním
Q : a c : : L E : : J d	4.9	31	845	n D	1485	Q ff 16
Q : a Q : e a a	215	***	691	***	***	
Q : a \ A . m . a : B	9.34	51	137	3704	1 f f i)	Q . < > 19
Q : a H . a : : r e	7.33	3.g;	122	3 m	1006	Q
RoRrnc	1211	fil4	210	4 E f f	14 a)	Q C l : r n

Fuente: Hoja Matucana

Elaboración: Propia

Tiempo de Concentración

Para su determinación se utilizaron las conocidas formulas planteadas por Kirpich, Hathaway y el US Corps. Of Engineers

Tiempo de concentracion

Formula de Kirpich:

Te: Tiempo de concentracion en (horas)

L : Longitud de principal en (Km)

S :pendiente entre altitudes maximas y mínimas del cauce en (m/m)

DATOS

$$L \approx 5.68$$

$$S \approx 0.405$$

$$T_{cK} \approx 0.06628 \cdot \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

$$!T_{cK} = 0.358$$

Formula del US Corp of Engineers

Te: Tiempo de concentracion en (horas)

L : Longitud de principal en (Km)

S :pendiente entre altitudes maximas y mínimas del cauce en (m/m)

DATOS

$$L \approx 5.68$$

$$S \approx 0.405$$

$$T_{cUS} \approx 0.3 \cdot \frac{(L)^{0.76}}{S^{0.19}}$$

$$!T_{cUS} = 1.334$$

La aplicación de las formulas indicadas se resume en el cuadro adjunto, siendo los valores más realistas los obtenidos con la última de ellas:

Cuadro N° 15
Tiempo de Concentración

UDDI N°	o. n	pendiente ,mnu	raag. (J1) rurgsküü	Tiempo conDJ'ltCítio (brriti)		
				l \ a n m	H.t»,mn·	O.p.of
Qch em<.ct	.11	0.5016	02	0.7m	0.50	0.16
Qch y>u>u>u>u>u>	51	0.499	02	0.329	0.56	1.229
Qch 1-U:ae	1.95	0.491	02	0.5t	0.42	1. (úl
RoRm:c	6.4	0.05-19	02	1	3.9;0	12218

Elaboración : Propia

Precipitación Máxima

La precipitación máxima caída sobre las subcuencas se determino con los planos de isoyetas trazadas para periodos de retomo de 20, 50 y 100 anos.

La superposición de las isoyetas sobre el plano de subcuencas permite calcular en forma ponderada la lluvia promedio en el área drenante. Véase Cuadro que sigue:

Cuadro N° 16
Precipitaciones maximas para periodo de retorno indicado

Nombre	Ubicacion (km)	Periodo Retorno (años)	Precipitación (24h) (mm)
Qda. Esperanza	57+600	100	42.5
Qda. Verruaas	60+385	100	42.5
Qda. Huacre	64+700	20	37.5
Rio Rimac	53+700	100	50

Elaboración : Propia

Estimación de Caudales Máximos

Para la estimación del caudal de diseño se utilizo:

1J Metodo Racional

Aplicables a cuencas pequeñas menores de 10Km²

donde

Q: Caudal de diseño en (m³/s)

C : Coeficiente de escorrentía ()

I: Intensidad de lluvia en (mm/h)

A : Area de la cuenca (Km²)

DATOS

$$e = 0.53 \quad I = \frac{42.50}{24} \quad A = 9.34$$

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

$$\frac{10}{= 8.766}$$

1.11.2 Diseño de Obras de Arte y Drenaje**Alcantarillas**

Se ha efectuado la inspección de de la totalidad de alcantarillas en el tramo, encontrándose los siguientes casos:

- Una alcantarilla clausurada.
- Alcantarillas parcialmente colmatadas, siendo su funcionamiento inadecuado.
- En estos casos se ha previsto la limpieza total de la estructura, tanto de las zonas de entrada como de salida.
- Según el inventario de las alcantarillas se han contabilizado un total de 10 que requieren de limpieza.
- Se han observado 2 alcantarillas que requieren reparación de las tuberías de TMC, por encontrarse deformadas.
- Se han detectado 2 alcantarillas cuyas alas de salida se hallan completamente cubiertas por tierra y piedras, lo cual impide su correcto funcionamiento.

- Para corregir dichos daños se ha previsto el retiro del material, y consiguientemente la reparación.

Se muestra la alcantarilla que requiere mantenimiento



Criterio de Diseño

En su gran mayoría las alcantarillas existentes son para descarga de cunetas, a las cuales se les denomina "de alivio", las cuales poseen una sección de 36" con tubo TMC.

En dos casos se ha observado alcantarillas que además de recibir el aporte de las cunetas lo hacen de pequeños cruces.

El total de alcantarillas existentes se hallan con intervalos razonables, y por consiguiente, cubren las necesidades para el drenaje superficial tanto de cauces como de cunetas, de modo que no ha sido necesario incorporar nuevas estructuras.

Para la verificación de la sección hidráulica de las alcantarillas de alivio se ha analizado el caso más desfavorable y con ello la sección hidráulica requerida, la cual se comparará con las secciones mínimas halladas en el tramo.

1.12 Impacto ambiental

- El mejoramiento de la Carretera Central Tramo Cocachacra-Matucana del Km 59+000 al 62+000, incrementará positivamente las condiciones de tránsito de vehículos favoreciendo las actividades comerciales, turísticas e integrando las regiones de la costa con la sierra.
- Durante la ejecución de los trabajos de mejoramiento no se generaran impactos ambientales significativos que puedan poner en peligro el entorno natural o socioeconómico.
- La fauna existente en la zona es muy escasa y por lo tanto no hay peligro de extinción de especies.
- Las características geológicas de la zona no son muy críticas, pero sin embargo por algunas zonas se presentan la acción de eventos como huaycos producto del fenómeno El Niño.
- Los trabajos de mejoramiento incrementará el movimiento comercial de la zona y generará un incremento de los puestos de trabajo.
- Dado que no se presentan Impactos Ambientales significativos, podría concluirse que las obras de mejoramiento de la carretera Cocachacra-Matucana del Km 59+000 al 62+000 resultan ambientalmente viables si y solo si se implementan adecuadamente las medidas correctivas.
- Durante los trabajos de mejoramiento de la Carretera Central tramo : Cocachacra-Matucana del Km 59+000 al 62+000 deberán seguirse todas las indicaciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental, así como también el manual ambiental de Diseño y Construcción de Vías de Transportes y Comunicaciones.

- **Para prevenir los Impactos Ambientales negativos se deberá tomar en cuenta las medidas ambientales contempladas en los programas de medidas preventivas, Correctivas y Monitoreo Ambiental.**
- **Durante los trabajos en la etapa de construcción se evitará la formación de charcos de agua, con la finalidad de evitar inadecuados ambientes de trabajo y la reproducción de insectos que puedan poner en peligro o riesgo la salud de los trabajadores.**
- **Durante los trabajos de mejoramiento la empresa Contratista deberá comprometerse a mantener los niveles adecuados de fluidez vehicular a fin de no perjudicar a los usuarios de la vía.**

CAPITULO 11 GENERALIDADES

2.1 Objetivos

Luego de revisar la información del proyecto proporcionada por la Escuela Profesional de la FIC-UNI y, a la vez haber realizado la visita de campo en el sector en estudio; se observó la falta y necesidad de bermas y curvas de transición. Es por ello que se generó la motivación personal de modificar el trazo de la vía existente con el objetivo fundamental de mejorar el trazo de la carretera, incrementando bermas y curvas de transición que permitan una mayor comodidad y seguridad a la circulación de vehículos y usuarios en general. Se observó en la visita de campo, que en el lado derecho de la vía existen varios sectores con topografía que sí se pueden adicionar bermas. La vía actual cuenta con una velocidad directriz de 50Km/Hr y radios de las curvas mayores de R=93.00 metros, y de acuerdo a nuestras normas de diseño de carreteras que desde el año 2001 ya debemos diseñar con curvas de transición para velocidad de diseño mayores de 30K/h para brindar una mejor seguridad.

2.2 Memoria Descriptiva

El planteamiento de la solución adoptada en el diseño geométrico, es de incrementar bermas en el lado derecho de la carretera y también considerar curvas de transición, y que para velocidades mayores a 30 Km/Hr se deben de considerar según las normas vigentes. En el presente proyecto se está manteniendo la velocidad directriz de 50Km/h. Cumpliendo con las características técnicas que exigen el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2001 el cual se encuentra vigente.

Las características técnicas son las siguientes:

Velocidad directriz	50 K/Hr.
Inicio	59+000
Final	62+000
Longitud	3.00 Km
Ancho de calzada	6.60m

Bermas	1.20m	
Bombeo	2%	
Radio mínimo	70.0m	
Peralte máximo	12%	
Peralte normal	8%	
Pendiente máxima	7%	
Cunetas	Triangular	0.40x1.00
	Rectangular	0.40x0.40

Con el fin de no cortar el lado derecho de la carretera, tenemos algunos sectores que se está disminuyendo el ancho de la berma en un porcentaje pequeño, ya que por el proceso constructivo no es conveniente cortar un ancho muy pequeño.

Al ensanchar 0.60m, hacia el lado derecho por la topografía que tenemos, nos llevaría cortar alturas mayores a 18m lo cual no justificaría.

La vía pasa por dos puentes, que son el Puente Verrugas y la Cascada, cuyo ancho existente es de 8m en estos dos sectores se está manteniendo estos anchos.

Tenemos dos alcantarillas que tenemos que alargar hacia el lado izquierdo en el km 59+430 y 59+620 para poder cumplir con el ancho que se ha definido.

Lo referente a los muros existentes se ha tratado de mantenerlo al 100% es decir; no requerimos de muros nuevos ni modificar los existentes.

El alineamiento consta de 20 curvas horizontales; de lo cuales 3 son inflexiones ($R=0$) y 2 son de radios mayores a 225 metros (lo cual según normas ya no es necesario curva de transición). Es decir tenemos 7 curvas que sí cuentan con curvas transición. En los casos donde no se consideraron es porque no disponemos espacio, como es el caso de Sectores en Curvas y Contracurvas. De cambiar el trazo creando estos espacios necesarios; resultaría realizar cortes de ancho pequeño y de altura enorme, lo cual no justificaría el cambio. En estos

sectores se controlarán con una señalización minuciosa, considerando señales Preventivas de Curva de Contracurva (P-3A), postes delineadores en el lado del talud y guardavías en los sectores accidentados; así mismo de reductores de velocidad como el R-30.

Desde el km 60+170 al 60+280 si se consideraba la cuneta triangular, generaba corte, entonces se modificó la sección de la cuneta utilizando una de sección rectangular con tapa dando una sensación de comodidad y seguridad.

2.3 Definiciones preliminares

Berma

Franja longitudinal, afirmada o no, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o talud.

Bombeo

Pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente.

Calzada

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos.

Se compone de unos ciertos números de carriles.

Carril

Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

Corona de Pavimento

Zona de la carretera destinada al uso de los vehículos, formada por la calzada y las bermas.

Curva Vertical

Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferentes pendientes.

Derecho de Vía

Faja de ancho variable dentro de la cual se encuentra comprendida la carretera y todas sus obras accesorias.

La propiedad del terreno para derecho de vía será adquirida por el estado, cuando ello sea preciso, por expropiación o por negociación con los propietarios.

Distancia de Adelantamiento

Distancia necesaria para que, en condiciones de seguridad, un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menos velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto, en el caso mas general es la suma de las distancias recorridas durante la maniobra de adelantamiento propiamente dicha, la maniobra de reincorporación a su carril delante del vehículo adelantado, y la distancia recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto.

Distancia de Parada

Distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto u obstáculo que motiva la detención. comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado.

Eje

Línea que define el trazado en planta o perfil de una carretera, y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal

Elemento

Alineación, en planta o perfil, que se define por características geométricas constantes a lo largo de toda ella.

Se consideran los siguientes elementos.

En planta: Tangente (acimut, constante), curva circular (radio constante), curva de transmisión (parámetro constante).

En perfil: Tangente (pendiente constante), curva parabólica (parámetro constante).

Ensanche de la Plataforma

Obra de modernización de una carretera que amplía su sección transversal, utilizando parte de la plataforma existente.

Explicación

Zona de terreno realmente ocupada por la carretera, en la que se ha modificado el terreno original.

Índice medio diario anual (IMDA)

El volumen de su tránsito promedio ocurrido en un periodo 24 horas promedio del año

Pavimento

Es la estructura construida sobre la subrasante, para los siguientes fines.

- a) Resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos.
- b) Mejorar las condiciones de comodidad y seguridad para el tránsito.

Pendiente

Inclinación de una rasante en el sentido de avance.

Peralte

Inclinación transversal de la plataforma en los tramos en curva.

Plataforma

Ancho total de la carretera a nivel de subrasante

Rasante

Línea que une las cotas de una carretera terminada.

Sección Transversal

Corte ideal de la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal del eje, en un punto cualquiera del mismo.

Subrasante

Superficie del camino sobre la que se construirá la estructura del pavimento.

Terraplen

Parte de la explanación situada sobre el terreno original.

Tramo

Con carácter genérico, cualquier porción de una carretera, comprendida entre dos secciones transversales cualquiera.

Con carácter específico, cada uno de las partes en que se divide un itinerario, ha efectos de redacción de proyectos. En general los extremos del tramo coincide con puntos singulares, tales como poblaciones, intersecciones, cambios en el medio atravesado, ya sea de carácter topográfico de utilización del suelo.

Transito

Todo tipo de vehículos y sus respectivas cargas, considerados.

2.4 Clasificación de la Carretera

Las carreteras de la red Vial, se clasifican de acuerdo a diferentes factores, administrativos, funcionales, geométricos, de demanda y geográficos, los cuales nos permiten definir claramente la categoría y jerarquización de una vía en el Perú. Los cuales son:

2.4.1 Clasificación según su Función

Agrupar a las carreteras en sistemas de acuerdo a las funciones que ejercen; este servicio está determinado en la relación entre las funciones de movilidad del tráfico y acceso, así como otras, de carácter político administrativo.

Sistema Nacional, cuyo nombre genérico es red Vial Primaria, lo cual está conformado por las carreteras que unen las principales ciudades de la nación con puertos y fronteras.

Sistema Departamental, cuyo nombre genérico es Red Vial Secundaria, constituye la red vial circunscrita principalmente a la zona de un departamento, división política de la nación o en zonas de influencia económica; constituyen las carreteras troncales departamentales.

Sistema Vecinal, su nombre genérico es Red Vial Terciaria o Local, y está compuesta por:

Caminos troncales vecinales uniendo pequeñas poblaciones.

Caminos rurales alimentadores, uniendo aldeas y pequeños asentamientos poblaciones.

2.4.2 Clasificación de Acuerdo a la Demanda

Uno de los principales aspectos que debe tenerse en la clasificación técnica y operativa es el tráfico; y por esta razón se adoptó como criterio de clasificación el volumen de tráfico futuro que soportará al carretera en el horizonte.

Autopista, para IMDA mayor de 4000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control total de los accesos. Se le denomina con la sigla A.P.

Carreteras duales o Multicarril, para IMDA mayor de 4000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles; con control parcial de accesos. Se le denomina con la sigla MC (Multicarril)

CARRETERAS DE 1RA. CLASE, para IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles (DC)

CARRETERAS DE 2DA. CLASE, para IMDA entre 2000 y 400 veh/día, de una calzada de dos carriles (DC)

CARRETERAS DE 3RA. CLASE, para IMDA menos de 400 veh/día, de una calzada

TROCHAS CARROZABLES, es la categoría mas baja de camino transitable para vehículos automotores. Lo cual está constituido por un mínimo de movimiento de tierras, que permite el paso de un solo vehículo.

2.4.3 Clasificación según sus Condiciones Orográficas

Para la clasificación vial, otro factor importante es el económico, influye en éste principalmente el relieve de la región, aunado a ello se contemplan criterios de comodidad, seguridad y economía de los usuarios englobados estos últimos en las características de la velocidad de los vehículos pe dos en estos territorios.

Estas condiciones son los relacionados con la naturaleza en la zona del proyecto que impone limitaciones al diseño.

CARRETERA TIPO 1, Permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es menor o igual a 10%.

CARRETERA TIPO 2, Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampa por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%.

CARRETERA TIPO 3, Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir su velocidad sostenida en rampa durante distancias considerables o a intervalos frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%.

CARRETERA TIPO 4, Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es mayor de 100%.

Para el caso del tramo en estudio, la carretera pertenece al sistema nacional, de segunda clase y pertenece al tipo 4.

2.5 Parámetros de Diseño

El objetivo del diseño de los caminos es el de crear una carretera de tipo apropiado, con dimensiones y características de alineamientos tales que la capacidad resultante sea, cuando menos, tan grande como la demanda del proyecto pero no tanto como para que su realización represente una extravagancia o un desperdicio. Donde se logre este objetivo, el resultado será un sistema de carreteras bien equilibrado y económico. Y para ello tendremos que tener presente: el vehículo de diseño, las características del tránsito, la velocidad de diseño, la visibilidad y otros.

2.5.1 Velocidad Directriz

La velocidad directriz o de diseño es la escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevelezcan las condiciones de diseño.

Los radios mínimos de curvas, sobreechornos, peraltes, curvas verticales, visibilidades, longitud de transiciones y en fin todos los factores que gobiernan el diseño del camino, se calculan en función de la velocidad directriz.

Cuando se proyecta una curva, viene consigo alteraciones que se originan en:

La combinación de radios mínimos y de peraltes

El paso de la alineación recta a la curva, intercalando curvas de transición (dependiendo de la Velocidad)

El sobreancho que permita conservar la misma capacidad de tráfico, que en la alineación recta

La debida, visibilidad asegurada por el radio mínimo.

Cuando se proyecta una curva, viene consigo alteraciones que se originan en:

La selección de la velocidad directriz: depende de la importancia o categoría de la futura carretera, de los volúmenes de tránsito que va a mover, de la configuración topográfica del terreno, de los usos de la tierra, del servicio que se requiere ofrecer, de las consideraciones ambientales, de la homogeneidad a lo largo de la carretera, de las facilidades de acceso (control de accesos), de la disponibilidad de recursos económicos y de las facilidades de financiamiento.

Es decir que la velocidad directriz es determinado estadísticamente a partir de un vehículo que se desplaza en un tramo homogéneo a velocidad de operación.

Para el proyecto en estudio se trabaja con una velocidad directriz de 50 Km/hr.

2.5.2 Pavimento

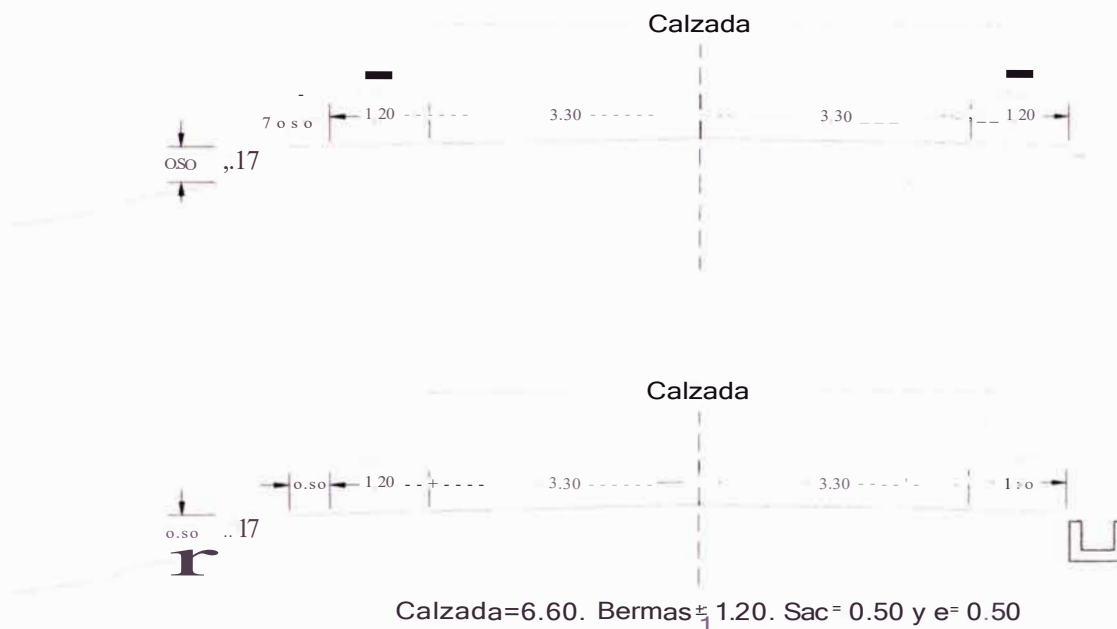
Es la estructura destinada a soportar y transmitir los esfuerzos originados por los vehículos hacia el terreno. Lo cual está conformado por la calzada, bermas, sbreancho de compactación.

Calzada

La sección transversal influye fundamentalmente en la capacidad de la vía, en su costo de expropiación, construcción y conservación, y también en la seguridad

de la circulación. El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada al paso de los vehículos o calzada. Sus dimensiones deberán ser tales que permitan mantener un nivel de servicio adecuado, para la intensidad de tráfico previsible.

La calzada es la zona de la sección transversal destinada a la circulación segura y cómoda de los vehículos. Para ello es necesario que su superficie esté pavimentada de forma tal que sea posible utilizarla prácticamente en todo tiempo, salvo quizás en situaciones meteorológicas extraordinarias.



La calzada se divide en carriles, cada uno con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos. El ancho de los carriles depende de las dimensiones de los mayores vehículos que utilizan la vía, y de otras consideraciones.

Ancho de calzada de tramos en tangente

El ancho de la calzada en tangente se determinará con base en el nivel de servicio deseado al finalizar el período de diseño o en un determinado año de la

vida de la carretera. En consecuencia, el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio.

En la Tabla que se muestra, se indica los valores apropiados del ancho del pavimento para cada velocidad directriz con relación a la importancia de la carretera.

ANCHO DE CALZADA DE DOS CARRILES

CLASIFICACION	SISTEMA								FRM:RECLASE				aASE				aASE			
VELOCIDAD (km/h)	> «D»								«D»-3DI				:DQ-G>				<CI>			
IMPORTE	N> (2)				M :				ex				ex				ex			
VELOCIDAD (km/h)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
40																				
50																				
60																				
70																				
80																				
90																				
100																				
110																				
120																				
130																				
140																				
150																				
160																				
170																				
180																				
190																				
200																				

- (1) : En caso de que la velocidad de diseño sea mayor que la velocidad de diseño de la carretera, se debe utilizar la velocidad de diseño de la carretera.
- (2) : En caso de que la velocidad de diseño sea menor que la velocidad de diseño de la carretera, se debe utilizar la velocidad de diseño de la carretera.

Ancho de calzada de tramos en curva

El ancho de la calzada en curva, estarán provistas de una calzada mayor que en tramo recto. Este ancho adicional denominado sobreancho, se presentará en el capítulo 3.6. El cual depende de la velocidad directriz, Radio, vehículo de diseño y el número de carriles.

2.5.3 Bermas

Las bermas son un elemento importante de la sección transversal, destinados como estacionamiento de emergencia y al tránsito de usuarios vulnerables como ciclistas, peatones, vehículos agrícolas, etc.

Además de contribuir al confinamiento del pavimento de la calzada en su borde, mejoran las condiciones de funcionamiento del tráfico de la calzada y su seguridad: para ello, las bermas pueden desempeñar, por separado o conjuntamente, varias funciones que determinan su ancho mínimo y otras características, que se enumeran a continuación

Ancho de Bermas

En la Tabla que se muestra, se indican los valores apropiados del ancho de las bermas.

El dimensionamiento está condicionado a la velocidad directriz, volumen de tráfico y orografía. Los factores económicos también influyen en el dimensionamiento de éste, tal es nuestro caso que deberían contar con una berma de 1.20m pero casi en la totalidad de la vía carece rle bermas decisión tomado por factor económico.

ANCHO DE BERMAS

CLASIFICACION	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
IMPORTANCIA	>4000								4000 • 2001				2000 • 400				< 400			
CARACTERISTICAS	AP (2)				MC				DC				OC				DC			
OROGRAFIA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO																				
30																			0.5	0.5
40															1.2	1.2	0.9	0.9	0.5	
50											1.2	1.2			1.2	1.2	0.9	0.9	0.9	
60					1.8	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.5	1.5	1.2	1.2	0.9	0.9		
70			1.8	1.8	1.8	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.5	1.5	1.5		1.2	1.2		
80	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.5		1.5	1.5			1.2			
90	1.8	1.8			1.8	1.8	1.8		1.8	1.8			1.5							
100	2.0	2.0			2.0	2.0	1.8		1.8				1.5							
110	2.0	2.0			2.0	2.0														
120	2.5	2.5			2.0															
130	2.5																			
140	2.5																			
150																				

010
 011
 012
 013
 014
 015
 016
 017
 018
 019
 020
 021
 022
 023
 024
 025
 026
 027
 028
 029
 030
 031
 032
 033
 034
 035
 036
 037
 038
 039
 040
 041
 042
 043
 044
 045
 046
 047
 048
 049
 050
 051
 052
 053
 054
 055
 056
 057
 058
 059
 060
 061
 062
 063
 064
 065
 066
 067
 068
 069
 070
 071
 072
 073
 074
 075
 076
 077
 078
 079
 080
 081
 082
 083
 084
 085
 086
 087
 088
 089
 090
 091
 092
 093
 094
 095
 096
 097
 098
 099
 100

010
 011
 012
 013
 014
 015
 016
 017
 018
 019
 020
 021
 022
 023
 024
 025
 026
 027
 028
 029
 030
 031
 032
 033
 034
 035
 036
 037
 038
 039
 040
 041
 042
 043
 044
 045
 046
 047
 048
 049
 050
 051
 052
 053
 054
 055
 056
 057
 058
 059
 060
 061
 062
 063
 064
 065
 066
 067
 068
 069
 070
 071
 072
 073
 074
 075
 076
 077
 078
 079
 080
 081
 082
 083
 084
 085
 086
 087
 088
 089
 090
 091
 092
 093
 094
 095
 096
 097
 098
 099
 100

Inclinación de las Bermas

La inclinación de las bermas serán de acuerdo al tratamiento de la superficie tal como se observa en el siguiente cuadro:

SUPERFICIE DE LAS BERMAS	INCLINACIONES TRANSVERSALES MINIMAS DE LAS BERMAS	
	INCLINACIONES NORMAL (IN)	INCUNACION ESPECIAL
Pav. o Tratarriente	4 %	0 % (2)
Gtava o Afirmado	4 a 6 % (1)	
Césped	8 %	

- (1) La utilización de cualquier valor dentro de este rango depende de la pluviometria de la zona. Se deben utilizar valores cada vez mayores a medida que aumenta la intensidad promedio de las precipitaciones
- (2) Caso especial cuando el peralte de la CIL'Va es igual a 8% y la berma es exterior

	Berna sin revestir y Revestidas >1.20m	Bernas Revestidas <=1.20m
$p \leq IN$	$p \leq IN$ <p>Berna</p>	$p \leq IN$ <p>Berna calzada</p>
$p \geq N$	$p \geq N$ <p>Berna</p>	$p \geq N$ <p>Berna calzada</p>

Cuando la plataforma no tiene pavimento, en los tramos en tangente las bermas tendrán las mismas inclinaciones las del bombeo mientras que en los tramos en curva tendrán las inclinaciones del peralte de la curva.

2.5.4 Bombeo

El Bombeo en una carretera es necesario con el fin de facilitar el drenaje transversal superficial generadas por las lluvias, para que luego sean conducidas a las cunetas y finalmente entregando a las alcantarillas más cercanas.

La inclinación del Bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación en la zona tal como se muestra en el siguiente cuadro:

BOMBEOS DE LA CALZADA

Tipo de superficie	BOMBEO(%)	
	Precipitación: < 500 mm/año	Precipitación: > 500 mm/año
Pavimento Superior	2.0	2.5
Tratamiento Superficial	2.5 (,)	2.5 - 3.0
Afirmado	3.0 - 3.5 (,)	3.0- 4.0

(·) En climas definitivamente desérticos se puede rebajar los bombeos hasta un valor limite de 2%

Las características de pavimento y precipitación pluvial proponen un valor de bombeo del 2%

2.5.5 Peralte

Cada curva circular horizontal irá asociado con un peralte, para así contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga.

2.5.6 Tráfico

Para reconocer las características del tráfico es necesario realizar medidas de estudios en las carreteras existentes. Los datos obtenidos se utilizan como base para el planeamiento y explotación de las redes viarias, la aplicación de las regulaciones del tráfico y la investigación de los efectos de los diferentes elementos de la carretera en la circulación de la vía.

Entre las principales característica del trafico que suelen estudiarse son: las intensidades de la circulación, las velocidades y los tiempos de recorridos de los vehículos, el origen, destino y objeto de los viajes, los accidentes etc.

Aforo del MTC, que determina el pesaje del vehículo



El índice medio diario de nuestra carretera determinado es de 3566 Veh./Día. De los cuales el 34% representan a los vehículos ligeros, 12% a los Omnibuses y 54% al transporte de carga pesados.

2.5.7 Taludes

Los taludes variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos, y tenemos dos tipos, talud para sección en corte y talud para sección en terraplen.

Los taludes para las secciones en corte, se realizará un estudio específico del lugar, geológico y geotécnico con ensayos de laboratorio, análisis de estabilidad, etc. Los taludes a lo largo de la carretera será variable de acuerdo a cada sector según sea la calidad y homogeneidad de los suelos y/o rocas evaluadas. De acuerdo a nuestras normas tenemos los siguientes valores de los taludes:

TALUDES EN CORTE (H : V)

Altura de Corte	Clasificación de Materiales de corte				
	Roca Fija	Roca suelta	Material s, elto		
			Suelos Gravosos	SUelos Limoarcillosos o Archlosos	Suelos Areno -
Menor de 5.0m.	1: 10	1: 6 a 1: 4	1: 1 a 1: 3	1: 1	2: 1
5.0 a 10.0 m.	1: 10	1: 4 a 1: 2	1: 1	1: 1	•
Mayor de 10.0m.	1: 8	1: 2	•	•	•

• Requiere Banquetas y/o Análisis de Establid.:I

Los taludes para las secciones en terraplenes, son función directa de las características del material con el cual se está conformando el terraplen. Se presenta un cuadro de recomendaciones:

TALUDES EN TERRAPLENES (V : H)

Materiales	Altura (m)		
	< 5.0	5.0 a 10.0	> 10.0
Material Común (limos arenosos)	1 : 1.5	1 : 1.75	1 : 2
Arenas Limpias	1 : 2	1 : 2.25	1 : 2.5
Enrocados	1 : 1	1 : 1.25	1 : 1.5

2.5.8 Cunetas

Las cunetas son canales abiertos que se construyen lateralmente a la carretera, con el fin de captar las aguas superficiales provenientes de las lluvias, Captando las aguas que se encuentran dentro de la plataforma o las que escurren por los taludes protegiendo así de esta manera la estructura de la plataforma, para conducirla hacia una corriente natural o a una obra tr1nsversal logrando alejar lo mas pronto posible de la zona que ocupa el camino.

Se pueden diseñar cunetas de formas triangulares, rectangulares ó trapezoidales. Por lo general se utilizan cunetas triangulares en las zonas rurales, rectangulares para zonas urbanas (mayormente estas cunetas llevan tapas fijas y móviles para su mantenimiento) y trapezoidales en lugares de fuerte precipitación donde se requiere mayor sección hidráulica.

Sus dimensiones dependen de los cálculos hidráulicos de acuerdo a la intensidad de lluvia prevista.

Se observa la cuneta, que posee el Proyecto y ausencia de bermas



OBRAS DE ARTE EXISTENTE**RELACION DE MUROS EXISTENTES**

Inicio	Final	Lonaitud (m)	Obs.
59+029.97	59+049.97	20	
59+094.97	59+129.97	35	Cabozal Ale.
59+338.69	59+403.69	65	
59+408.67	59+447.67	39	Cabozal Ale.
59+606.02	59+621.02	15	Cabozal Ate.
59+692.33	59+702.33	10	Cabozal Ale.
59+747.37	59+764.37	17	
59+804.57	59+814.57	10	Cabozal Ale.
60+134.53	60+156.53	22	Cabozal Ale.
61+972.37	62+029.37	57	

Relacion de Puentes

Inicio	Final	Longitud	Nombre
59+178.96	59+230.96	52	Pte. La Cascada
60+372.94	60+393.94	21	Pte. Verruaas

Relacion de Alcantarillas

Progresiva	Diámetro
59+103.70	TMC 0=36"
59+442.95	TMC 0=36"
59+613.63	TMC 0=36"
59+697.46	TMC 0=36"
59+809.41	TMC 0=36"
60+144.96	TMC 0=36"
60+402.30	TMC 0=36"
60+445.90	TMC 0=36"
60+811.75	TMC 0=36"
60+943.35	TMC 0=36"
61+055.18	TMC 0=36"
61+177.92	TMC 0=36"
61+487.81	TMC 0=36"
61+802.67	TMC 0=36"

CAPITULO 11 DISEÑO GEOMÉTRICO

3.1 Diseño de Curvas Horizontales

Las carreteras deberán de tener un alineamiento horizontal que permita una operación ininterrumpida de los usuarios, tratando de mantener la misma velocidad directriz en el mayor porcentaje de la carretera.

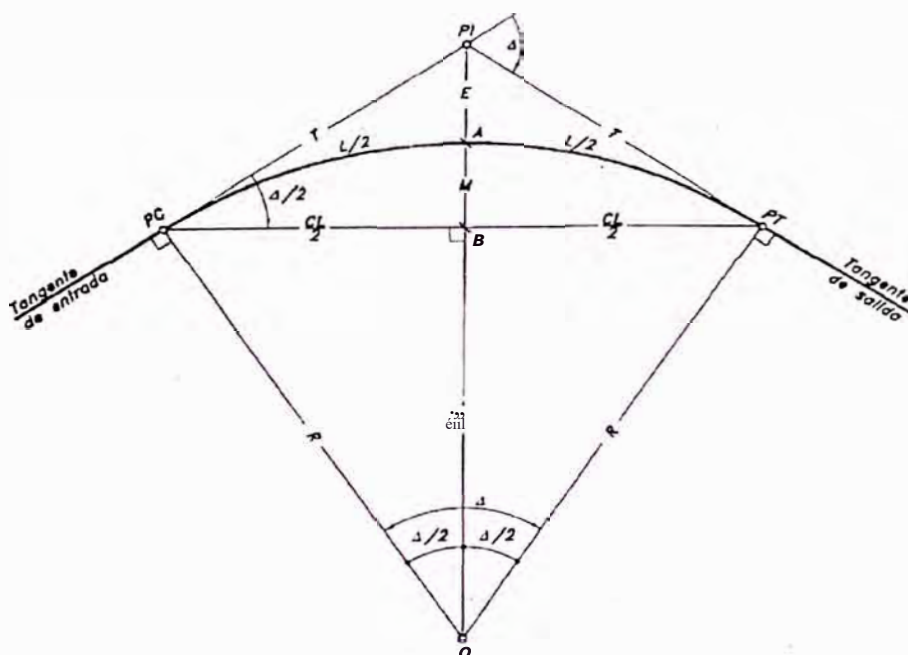
El eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas circulares y/o curvas de transición.

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia que unen dos tangentes consecutivas.

3.1.1 Elementos de una Curva Horizontal

En la Figura se muestran los diferentes elementos geométricos de una curva circular simple. Tomando el sentido de avance de izquierda a derecha, dichos elementos son:

Elementos de una curva circular simple



- PI** = Punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva.
- PC** = Principio de curva: punto donde termina la tangente y empieza la curva.
- PT** = Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente
- O** = Centro de la curva circular.
- Δ** = Angulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC al PT.
- R** = Radio de la curva circular simple.
- T** = Tangente o subtangente: distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.
- L** = Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular.
- LC** = longitud de la Cuerda: distancia en línea recta desde el PC al PT.
- E** = Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva.
- M** = Distancia de la Ordenada Media: es la distancia desde el punto medio de la curva al punto medio de la cuerda larga .

Tramos en Tangente, los tramos rectos entre curvas consecutivas deberán de cumplir ciertas distancias según la siguiente expresión:

$$L_{\min S} = 1.39 V_d$$

$$L_{\min O} = 2.78 V_d$$

$$L_{\max} = 16.7 V_d$$

Donde:

$L_{\min S}$: Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario)

$L_{\min O}$: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido)

L_{\max} : Longitud máxima (m)

V_d : Velocidad directriz de diseño (Km/h)

3.1.2 Radio Mínimo

Cuando un vehículo ingresa a una curva horizontal, se presenta la fuerza centrífuga que origina peligro para la estabilidad del vehículo. Los radios mínimos son los radios menores que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y el peralte máximo, en condiciones aceptables de seguridad y de comodidad en el viaje.

RADIOS MINIMOS V PERALTES MAXIMOS

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño (Km/h)	p max. %	Radio Mínimo m
Área Urbana (Alta Velocidad)	30	4.0	35
	40	4.0	60
	50	4.0	100
	60	4.0	150
	70	4.0	215
	80	4.0	280
	90	4.0	375
	100	4.0	495
	110	4.0	635
	120	4.0	8 -
	130	4.0	1110
	140	4.0	1405
	150	4.0	1775
Área Rural (con peligro de hielo)	30	6.0	30
	40	6.0	55
	50	6.0	90
	60	6.0	135
	70	6.0	195
	80	6.0	255
	90	6.0	335
	100	6.0	440
	110	6.0	560
	120	6.0	755
	130	6.0	950
	140	6.0	1190
	150	6.0	1480
Área Rural (Tipo 1, 2 ó 3)	30	B.0	30
	40	B.0	50
	50	8.0	85
	60	8.0	125
	70	B.0	175
	80	8.0	230
	90	8.0	305
	100	8.0	395
	110	8.0	505
	120	8.0	670
	130	8.0	835
	140	a.0	1030
	150	B.0	1265
Área Rural (Tipo 3 ó 4)	30	12.0	25
	40	12.0	45
	50	12.0	70
	60	12.0	105
	70	12.0	150
	80	12.0	195
	90	12.0	255
	100	12.0	330
	110	12.0	415
	120	12.0	540
	130	12.0	665
	140	12.0	815
	150	12.0	985

3.1.3 Relaciones geométricas de una curva horizontal

Los elementos geométricos se relacionan entre sí, dando origen en expresiones que permitan el cálculo de la curva. De acuerdo con la figura 3.2-1 anterior, algunas de las expresiones son:

Tangente en función del radio y el ángulo de deflexión

$$T := R \cdot \tan\left(\frac{A}{2}\right)$$

Longitud de Cuerda en función del radio y el ángulo de deflexión

$$LC = 2 \cdot R \cdot \sin\left(\frac{A}{2}\right)$$

Externa en función del radio y el ángulo de deflexión

$$E := R \cdot \left(\frac{1}{\cos\left(\frac{A}{2}\right)} - 1 \right)$$

Distancia de la Ordenada Media en función del radio y el ángulo de deflexión

$$M := R \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{A}{2}\right) \right)$$

Cálculo de las curvas circulares

Se muestra un ejemplo del cálculo de los elementos de curvas para una curva circular.

Se conoce los siguientes elementos.

Datos: Deflexiones y Radios

EJEMPLO DE CÁLCULO EN CURVAS CIRCULARES

No	S	O deflexión			R	T $R \cdot \tan(A/2)$	LC $2R \cdot \sin(A/2)$	Ex $R \cdot [(1/\cos(A/2)) - 1]$	M $R \cdot (1 - \cos(A/2))$
		°	'	"					
1	D	60	0	0	70.00	40.415	70.000	10.829	9.378
2	I	31	17	59	93.00	26.053	50.175	3.580	3.448
3	D	19	23	52	118.00	20.168	39.759	1.711	1.687

3.1.4 Diseño de Sobreanchos

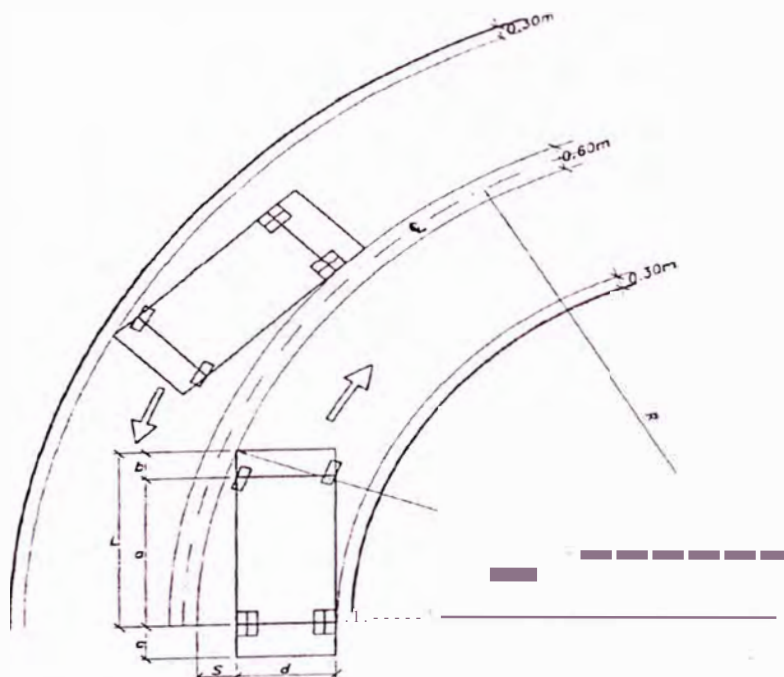
Cuando un vehículo circula en una curva horizontal, ocupa un ancho de calzada mayor que en recta. Esto es debido a que por la rigidez y dimensión del vehículo, sus ruedas traseras siguen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras, ocasionando dificultad a los conductores para mantener el vehículo en el eje de la circulación correspondiente.

En estas circunstancias y con el propósito de que las condiciones de operación de los vehículos en las curvas sean muy similares a las de en recta, la calzada en las curvas deben ensancharse. Este aumento del ancho se denomina Sobreancho de la curva.

Las secciones en una curva horizontal, deberán ser \geq a las del sobreebanco necesario para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Se ilustra dos vehículos circulando en una curva de radio R al eje, donde los vehículos pesados son los que precisamente tienen dificultad al ejecutar esta maniobra.

Sobreebanco en la curva



Valores del sobreebancho

El sobreebancho variará en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad directriz. Su cálculo se hará valiéndose de la ecuación:

$$S_a := n \cdot \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V^1}{10 \cdot \sqrt{R}}$$

Donde:

S_a : Sobreebancho (m)

n : Número de carriles

R: Radio (m)

L: Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V: Velocidad de Diseño (Kph)

El primer término depende de la geometría y el segundo de consideraciones empíricas que tienen en cuenta un valor adicional para compensar la mayor dificultad en calcular distancias transversales en curvas.

Los valores de sobreebancho calculados podrán ser redondeados, para obtener valores que sean múltiplos de 0.10 metros. En la siguiente tabla, se muestran los valores de sobreebancho en metros para el vehículo de diseño C2, cuya distancia desde el parachoque con el eje posterior de 7.30 y 2 carriles.

El anexo No 01, muestra la gráfica en la cual se determina los valores del sobreebancho. En este gráfico si ingresa conociendo la velocidad directriz y el radio de la curva que se desea determinar el valor del sobreebancho.

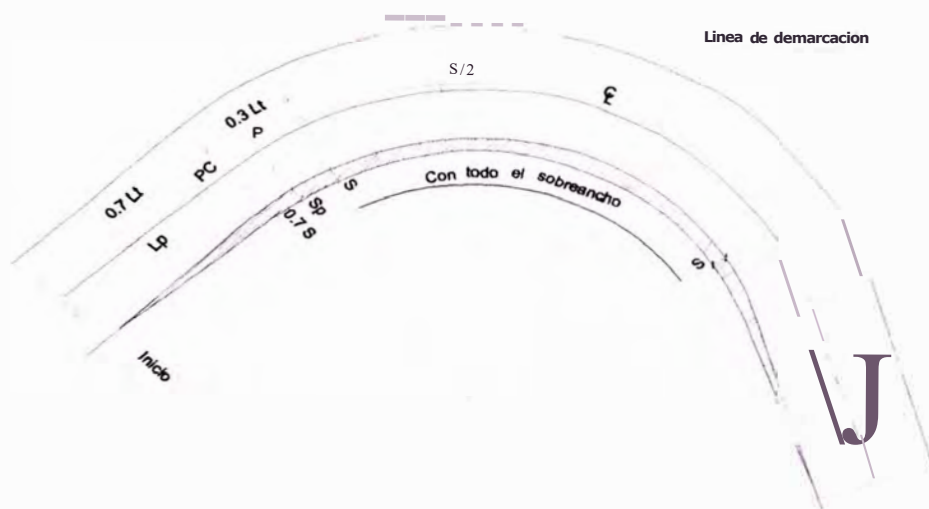
3.1.5 Longitud de transición y desarrollo del Sobreebancho

La longitud de transición del sobreebancho es del mismo de la longitud de transición del peralte.

La Figura: muestran la distribución del sobrancho en los sectores de transición y circular, con la cual se forma una superficie adicional de calzada, que facilita al usuario y en especial a los de vehículos pesados que les permiten maniobrar con facilidad. Así mismo en la figura la repartición del sobrancho se hace en forma lineal empleando para ello, la longitud de transición de peralte de esta forma se puede conocer el sobrancho deseado en cualquier punto, usando la siguiente relación matemática.

$$S_n = \frac{S}{L} L_n$$

Transición de sobrancho en curva



Donde:

- S_n : Sobrancho deseado en cualquier punto (m)
- S : Sobrancho calculado para la curva, (m)
- L_n : Longitud arbitraria, a la cual se desea determinar el sobrancho (m)
- L : Longitud de transición del peralte (m)

Transición de sobreancho con espirales

La longitud para desarrollar el sobreancho será de 40 m. Si la curva de transición es mayor o igual a 40 m, el inicio de la transición se ubicará 40 m, antes del principio de la curva circular. Si la curva de transición es menor de 40 m, el desarrollo del sobreancho se ejecutará en la longitud de la curva de transición disponible.

El desarrollo del sobreancho se dará, por lo tanto, siempre dentro de la curva de transición, adoptando una variación lineal con el desarrollo y ubicándose el costado de la carretera que corresponde al interior de la curva.

3.1.6 Diseño de peraltes en curvas horizontales

Peralte

Con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, las curvas horizontales deben ser peraltadas; salvo en los límites fijados en la Tabla que se muestra.

Valores de Radio de curva que no es necesario el peralte:

V (Km/h)	30	40	50	60	70	80	90	≥ 100
R (m)	1000	1400	1800	2300	2800	3400	4100	5000

Los valores máximos del peralte, son controlados por algunos factores como: Condiciones climáticas, orografía, zona (rural ó urbana) y frecuencia de vehículos pesados de bajo movimiento.

El anexo No 02, muestra la gráfica en la cual se determina los valores del peralte. En este gráfico si ingresa conociendo la velocidad directriz y el radio de la curva que se desea determinar el valor del peralte.

VALORES DEL PERALTE MAXIMO

	Peralte MAXimo (p)	
	Absoluto	Normal
Cruce de Areas Urbanas	6.0 %	4.0 %
Zona Rural {Tipo 1. 2 6 3} °	8.0 %	6.0 %
Zona Rural {Tipo 3 6 4}	12.0 %	8.0 %
Zona Rural con peligro de hielo	8.0 %	6.0 %

(°) El tipo corresponde a la clasificación vial según condiciones orográficas.

PROPORCION DEL PERALTE A DESARROLLAR EN LA TANGENTE

$P < 4.5\%$	$4.5\% < P < 7\%$	$P > 7\%$
0.5 P	0.7 P	0.8 P

Proporción del peralte a desarrollar en tangente

El peralte de una curva se desarrollará una parte en la tangente y otra parte dentro de la curva y se distribuye de acuerdo a la siguiente tabla:

Longitud mínima en curva con peralte

Cuando el terreno que tenemos, es muy variado (sinuoso) se deberá de por lo menos de contar con una longitud igual a $V/3.6$ (m) para que en esta longitud se mantenga el peralte requerido.

Deberá chequearse que la longitud de la curva circular sea tal:

$$LC_{min.} = 2L_{tp}(curva) + V/3.6$$

Desarrollo del peralte entre curvas sucesivas

Para curvas del mismo sentido, por condiciones de guiado óptico, se debe de prever en los tramos en tangente, una longitud mínima. lo cual está en función de la velocidad directriz y está dada por la siguiente expresión:

$$L_{min O} = 2.78 Vd$$

Giro del peralte

Para el giro del peralte, se utilizan los métodos:

Giro del pavimento de la calzada alrededor de su línea central, el más empleado, que permite un desarrollo más armónico y provoca menor distorsión de los bordes de la corona.

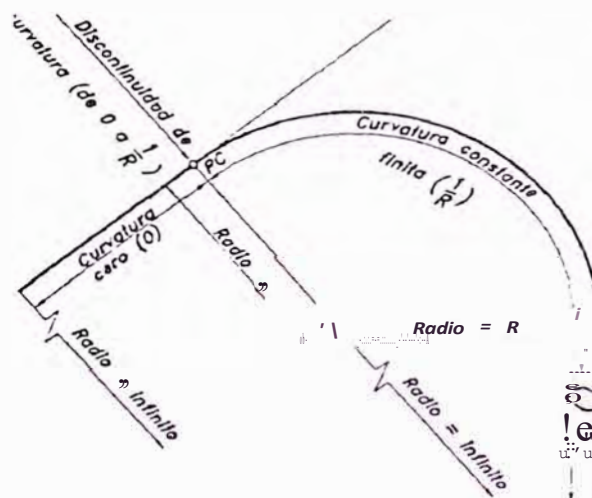
Giro del pavimento alrededor de su borde interior, cuando al peraltarse alrededor del eje central, se produce una depresión acentuada de su cuneta interior, para mejorar la visibilidad de la curva, o para evitar dificultades en el drenaje superficial de la carretera en secciones en corte.

Giro del pavimento alrededor de su borde exterior, cuando se quiere destacar la apariencia del trazado.

3.1.7 Curvas de Transición

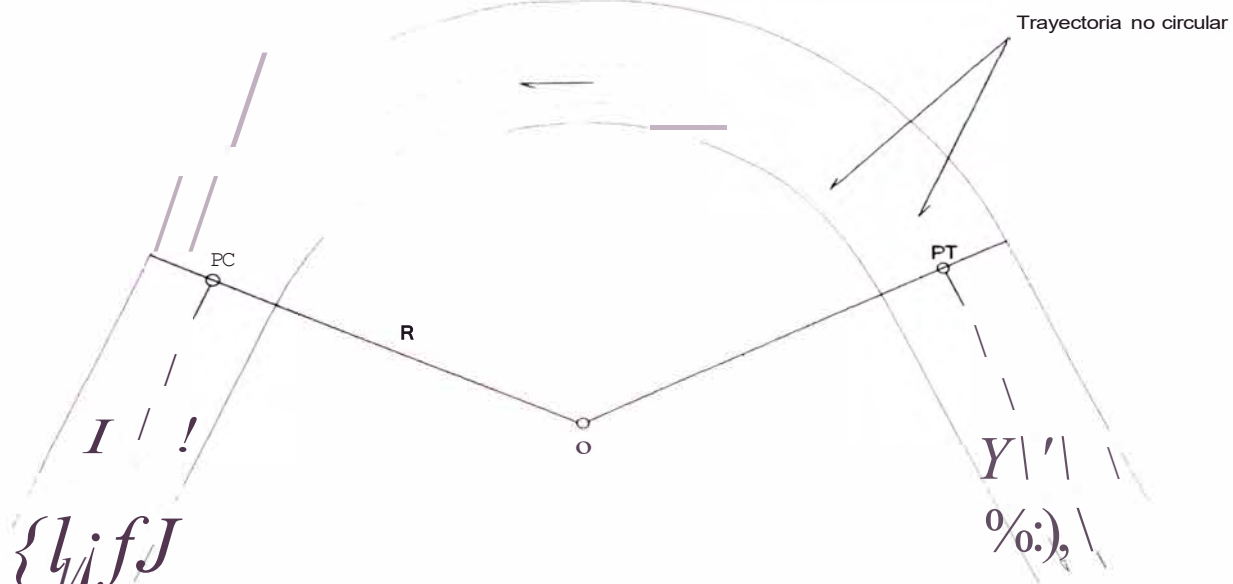
En la mayoría de nuestras carreteras se ha utilizado el trazado convencional donde sólo se emplean tramos rectos empalmados con arcos circulares simples. En estos diseños, la curvatura pasa bruscamente de cero en la recta a un valor constante $1/R$ en la curva circular de radio R , tal como se muestra en la Figura

Curvatura en el enlace de tramos rectos con una curva simple



Pero la experiencia demuestra que los conductores, sobre todo aquellos que circulan por el carril exterior, por comodidad tienden a cortar la curva circular, como se aprecia en la Figura, describiendo trayectorias no circulares e invadiendo el carril del sentido opuesto, en carreteras de dos carriles dos sentidos, con el consiguiente peligro potencial de accidentes. Realmente, estas trayectorias no circulares se generan debido a que los vehículos al entrar en la curva circular experimentan la fuerza centrífuga que tiende a desviarlos de su carril de circulación, por lo que sus conductores instintivamente maniobran sus vehículos tratando de evitar la incomodidad y contrarrestando la fuerza centrífuga, a través de la ocupación del carril de la dirección contraria, lo cual como es lógico representa peligro de choque con otro vehículo, especialmente en las condiciones de poca visibilidad y en presencia de radios pequeños.

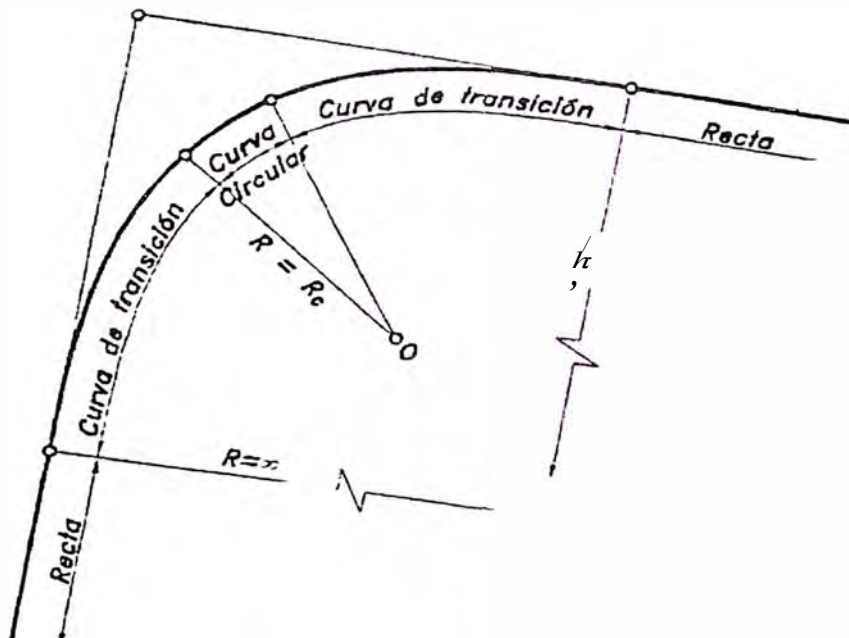
Trayectoria de los vehículos en una curva circular



Lo anterior sugiere que cuando un vehículo pase de un tramo en recta a otro en curva circular, requiere hacerla en forma gradual, en lo que respecta al cambio de dirección, al cambio de inclinación transversal y a la ampliación necesaria de la calzada.

Por estas razones, se hace necesario emplear una curva de transición entre el tramo en recta y la curva circular sin que la trayectoria del vehículo experimente cambios bruscos, pasando paulatinamente del radio infinito de la alineación recta (curvatura cero) al radio constante de la alineación circular (curvatura finita), al mismo tiempo que la inclinación de la calzada cambie gradualmente del bombeo en la recta al peralte en la curva circular. Esta configuración, curva de transición curva circular-curva de transición, aparece en la Figura.

Curvatura en enlace en tramos rectos con una curva circular con curvas de transición



Funciones

Las curvas de transición tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado.

El uso de estos elementos, permite que un vehículo, circulando a la velocidad de diseño, se mantenga en el centro del carril. Esto no ocurre por lo general, al enlazar directamente una recta con una curva circular, ya que en tales casos el conductor adopta instintivamente una trayectoria de curvatura variable que lo aparta del centro de su carril incluso lo puede hacer invadir el adyacente, con el peligro que ello implica. Por tanto, como elemento de curvatura variable en curvas de transición, o como elemento de trazado, se empleará la clotoide.

Forma y característica

Se adoptará en todos los casos como curva de transición La clotoide. Su ecuación intrínseca es la siguiente:

$$R \cdot L = A^2$$

Donde:

R : Radio de curvatura en un punto cualquiera

L : Longitud de la curva entre su punto de inflexión ($R = \infty$) y el punto de radio R

A : Parámetro de la clotoide, característico de la misma

ELEMENTOS DE LA GEOMETRÍA DE ENLACE TIPO ESPIRAL.

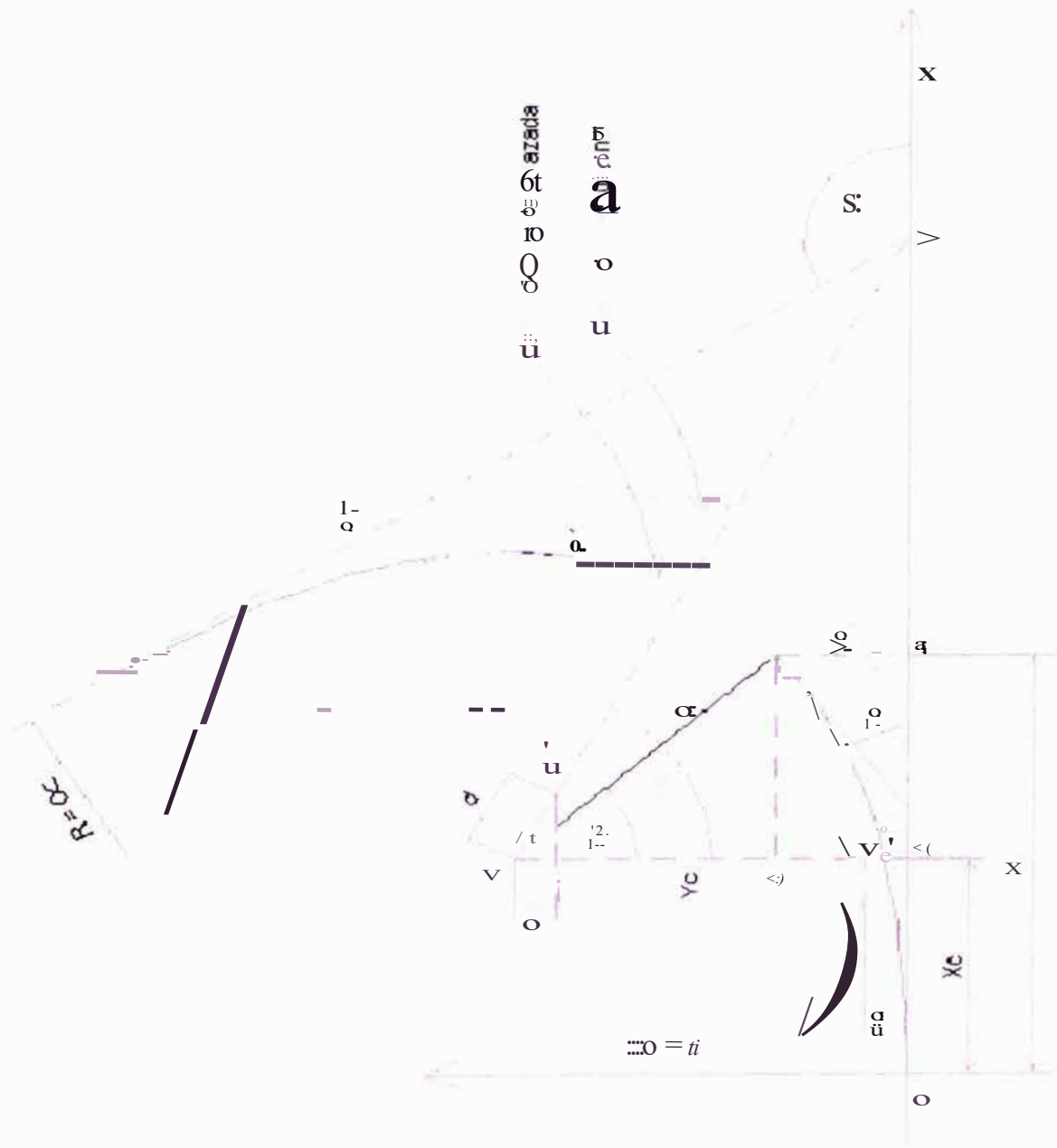
R (m) : Radio de la curva circular que se desea enlazar

d (m) : Desplazamiento del centro de la curva circular original (C), a lo largo de la bisectriz del ángulo interior formado por las alineaciones, hasta (C), nueva posición del centro de la curva circular desplazada.

- $6R$ (m)** : Desplazamiento de la curva de la curva circular enlazada, medido sobre la normal a la alineación considerada, que pasa por el centro de la circunferencia desplazada de radio R .
- $X_p ; Y_p$ (m)** : Coordenada de "P", punto de tangencia de la clotoide con la curva circular enlazada, en que ambos poseen un radio común R , referidas a la alineación considerada y a la normal a esta en el punto "Q", que define el origen de la clotoide y al que corresponde radio infinito.
- $X_c ; Y_c$ (m)** : Coordenada del centro de la curva circular desplazada, referidas al sistema anteriormente descrito.
- T_p (g)** : Angulo comprendido entre la alineación considerada y la tangente en el punto P común a ambas curvas. El cual mide la desviación máxima de la clotoide respecto a la alineación.
- W (g)** : Oeflexión angular entre las alineaciones consideradas.
- OV (m)** : Distancia desde el vértice al origen de la clotoide, medida a lo largo de la alineación considerada.
- De** : Desarrollo de la curva circular, desplazada entre los puntos PP".

En el siguiente gráfico se muestran los elementos de la geometría de enlace tipo espiral

ELEMENTOS DE UNO
CURVA DE TRANSICIÓN



Elección del Parámetro

El criterio empleado para relacionar el parámetro de una clotoide con la función que ella debe cumplir en una Curva de Transición en carreteras, se basa en el cálculo del desarrollo requerido por la clotoide para distribuir a una tasa uniforme (J m/seg³), la aceleración transversal no compensada por el peralte, generada en la curva circular que se desea enlazar.

$$A_{\min} := \sqrt{\frac{VR}{46.656J} \cdot \left(\frac{V^2}{R} - 1.27p \right)}$$

V: Velocidad de Diseño (Kph)

R : Radio de curvatura (m)

J Tasa uniforme (m/seg³)

p: Peralte correspondiente a V y R.(%)

Parámetros mínimos deseables

La longitud de la curva de transición deberá superar la necesaria para cumplir las limitaciones que se indican a continuación.

- Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal.
- Limitación de la Variación por Estética y Guiado Óptico.
- Por Condición de Desarrollo del Peralte.
- Valores Máximos

Por Estética y Guiado Óptico

Para que la presencia de una curva de transición resulte fácilmente perceptible por el conductor, se deberá cumplir que:

$$R/3 < A < R$$

La condición $A > R / 3$ corresponde al parámetro mínimo que asegura la adecuada percepción de la existencia de la curva de transición. Ello implica utilizar un valor $t_{\min} > 3,5 g$

La condición $A < R$ asegura la adecuada percepción de la existencia de la curva circular. El cumplimiento de estas condiciones se debe verificar para toda velocidad de diseño.

Por Condición de Desarrollo de Peralte

Para velocidades bajo 60 Kph, cuando se utilizan radios del orden del mínimo, o en calzadas de más de dos carriles, la longitud de la curva de transición correspondiente a A_{min} puede resultar menor que la longitud requerida para desarrollar el peralte dentro de la curva de transición. En estos casos se determinará A , imponiendo la condición que " L " (longitud de la curva de transición), sea igual al desarrollo de peralte " T ", requerido del punto en que la pendiente transversal de la calzada es solo el bombeo.

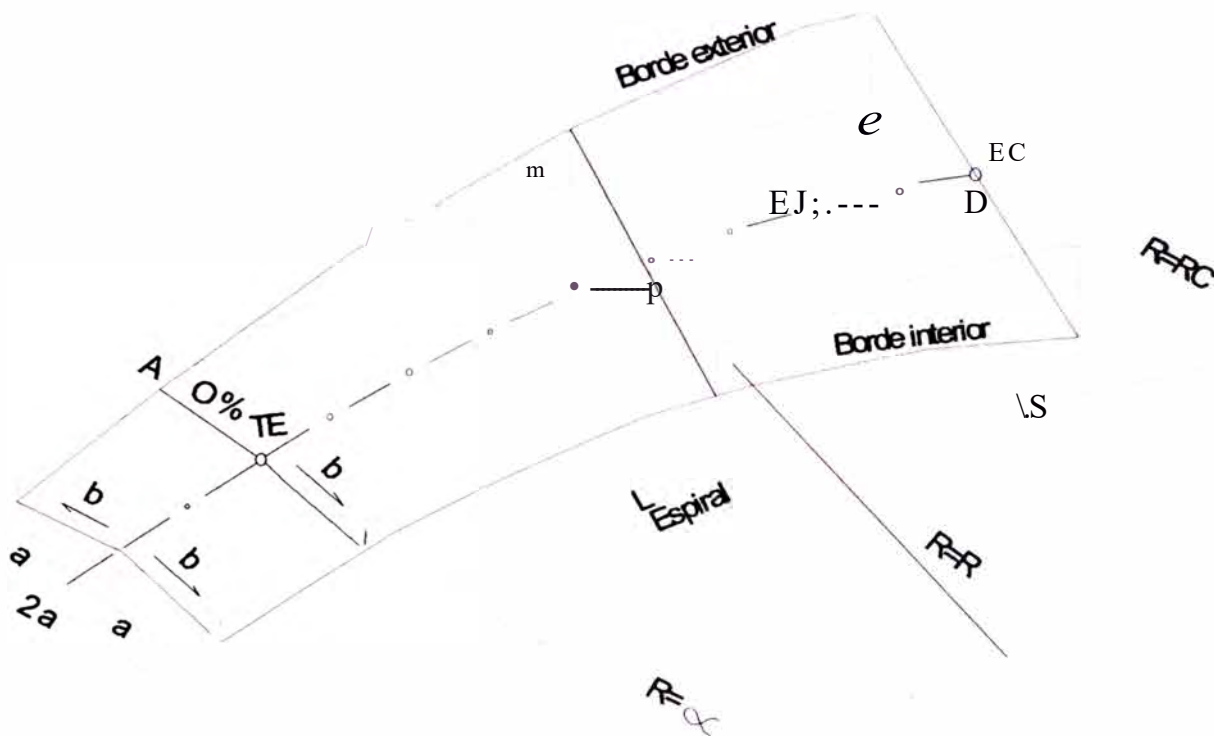
Finalmente, cabe mencionar que para curvas circulares diseñadas de acuerdo al criterio de las normas, el límite para prescindir de curva de transición puede también expresarse en función del peralte de la curva:

- . / Si R requiere $p > 3\%$. Se debe usar curva de transición .
- . / Si R requiere $p < 3\%$. Se puede prescindir de la curva de transición para $V < 100$ Kph.
- . / Si R requiere $p < 2,5\%$. Se puede prescindir de la curva de transición para $V \geq 110$ kph.

Transición del Peralte

En la Figura que se muestra adelante, se muestra la isometría de una calzada que ha sido rotada gradualmente alrededor de su eje a lo largo de la longitud de desde la tangente o tramo en recta hasta el comienzo de la curva circular.

Transición del Peralte en Curva Espiral



La transición del peralte deberá llevarse a cabo combinando las tres condiciones siguientes:

- Características dinámicas aceptables para el vehículo
- Rápida evacuación de las aguas de la calzada.
- Sensación estética agradable.

En general la transición de peralte se desarrollará a lo largo de la curva de transición en planta (clotoide), en dos tramos, habiéndose desvanecido previamente el bombeo que existe en sentido contrario al del peralte definitivo.

Desarrollo del Sobreechanco

En curvas circulares de radio menor a 250 m, se deberá ensanchar la calzada con el fin de restituir los espacios libres entre los vehículos, o entre vehículo y

borde de calzada, que se poseen en recta para un ancho de calzada dado. Este sobreancho equivale al aumento de gálibo lateral que experimentan los camiones al describir una curva cerrada.

La longitud normal para desarrollar el sobreancho será de 40 m. Si la curva de transición es mayor o igual a 40 m, el inicio de la transición se ubicará 40 m antes del principio de la curva circular. Si la curva de transición es menor de 40 m el desarrollo del sobreancho se ejecutará en la longitud de la curva de transición disponible.

El desarrollo del sobreancho se dará, por lo tanto, siempre dentro de la curva de transición, adoptando una variación lineal con el desarrollo y ubicándose al costado de la carretera que corresponde al interior de la curva.

3.2 Trazo en Planta

3.2.1 Nomenclatura

El estacado del eje del trazo puede estar en los planos, en el terreno ó en los dos a la vez. En el caso en que esté definido solo en los planos, es necesario replantear en el terreno los puntos indicados en los planos. Estos puntos en el terreno son replanteados de preferencia con estación total ya que son más prácticos por lo que es un equipo topográfico de mayor precisión y a la vez tiene incorporado software de replanteo. Y cada estaca deberá de tener su progresiva descrita en el terreno para su verificación, construcción o como también para que se pueda ubicar cualquier otro especialista o supervisor.

Un punto de los planos que representa a uno en el terreno, el cual está a 300 metros del kilómetro anterior se dice que es la progresiva 30 a la cual, en el terreno corresponderá a la estaca 30. El término progresiva corresponde en cierto modo a los planos y el término estaca se refiere directamente a la materialización de punto físico en el terreno.

La nomenclatura usada para cada punto que señalaremos será la siguiente:

$$\text{Km A + B}$$

Donde:

A : Número de kilómetro en el que se ubica el punto o estaca.

B : Número de la centena, dentro del kilómetro, en el que se ubica un punto o estaca.

Así por ejemplo, un punto ubicado en el kilómetro 59456.589 del inicio de una carretera tendrá la siguiente nomenclatura:

$$\text{Km 59 + 456.589}$$

3.2.2 Determinación de las progresivas de los PC, PI y PT

Con base de los datos obtenidos de la longitudes de tangentes (U) y la longitud de la curva (Le), estamos en capacidad de determinar las progresivas de los llamados puntos más notables e importantes del trazo en planta, es decir las progresivas o kilometraje de los principios de curvas (PC), puntos de intersección de tangentes (PI) y los principios de tangente (PI).

Para el cálculo de las progresivas se tienen las siguientes relaciones:

t = tangente geométrica

Le = longitud de curva

PC = PI-t

PT = PC+Lc

Para el caso en que diseñamos con curvas espirales, se tiene los siguientes puntos notables:

1= longitud de la espiral

TE = tangente espiral

EC = espiral curva

CE = curva espiral

ET = espiral tangente

EC = TE + 1

CE = EC + Le

ET = CE + 1

3.3 Diseño de Curvas Verticales

Luego de haber definido el trazo en planta de la carretera, pasamos a diseñar el perfil longitudinal, el cual inicialmente lo definimos mediante una poligonal vertical siguiendo las sinuosidades aceptables del terreno, cumpliendo con la seguridad, comodidad y economía. Para evitar estos cambios bruscos del perfil que se da en cada vértice de la poligonal lo suavizamos colocando una curva vertical el cual será una curva parabólica.

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea de 1%, para carreteras con pavimento de tipo superior, y de 2% para las demás.

Las curvas verticales se proyectan, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida.

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan cuando menos la distancia de visibilidad mínima de parada y la distancia de visibilidad de paso. Las curvas verticales podrán ser cóncavas o convexas.

Las longitudes de las curvas verticales convexas se determinarán con el gráfico del anexo No 03, para el caso en que se desee contar con distancia de visibilidad de parada (Dp) y se utilizará el gráfico del anexo No 04 para contar con la distancia de visibilidad de paso (Da).

Los valores de longitud de las curvas verticales cóncavas serán determinadas con el gráfico del anex No 05.

3.3.1 Elementos de la curva vertical parabólica

Una curva vertical parabólica quedará determinada por su longitud y por las pendientes de los alineamientos que concurren en ella.

Longitud (L): es la proyección horizontal en perfil que corresponde al desarrollo de una curva vertical.

Pendiente (i): Toda curva vertical es consecuencia de la intersección de dos alineamientos de diferente pendiente, que serán positivas cuando sean ascendentes y negativas cuando sean descendentes.

Flecha M: Es el valor que corresponde a la diferencia de cota entre el alineamiento original y la curva vertical propiamente dicha. Este valor se restará a la cota del alineamiento original para obtener la cota de la subrasante en el caso de curvas convexas. En el caso de curvas cóncavas será a la inversa.

Distancia (X): Como su nombre lo indica es la que corresponde al valor longitudinal a partir del nacimiento o final de la curva, hasta el punto donde se desee hallar la flecha respectiva, es decir; se debe medir desde los extremos hacia el vértice.

3.3.2 Relaciones geométricas de una curva vertical parabólica

Existen dos tipos de curvas verticales parabólicas, las llamadas ramas simétrica y las de la rama asimétrica, que se presentan indistintamente de las curvas convexas y cóncavas.

a) **Curva de rama simétrica:** Son las de usos más frecuente. En este tipo de curva las longitudes horizontales del vértice al origen o al final de la curva son

iguales, es decir, el vértice se encontrará exactamente al medio de la longitud total de la curva. Para esta curva usaremos la siguiente fórmula:

$$Y = Ax^2 / 200L \quad (m)$$

En donde:

Y = flecha correspondiente a la distancia x

A = diferencia algebraica de pendientes(%)

x = distancia a la cual se requiere obtener el valor de Y

L = longitud total de la curva

b) Curva de rama asimétrica: Son aquellas en que las longitudes horizontales del vértice al origen o final de la curva son desiguales, tienen ramas de distinta longitud, se suelen presentar cuando las pendientes de la rasante están determinadas y en una de ellas se encuentra un punto obligado que limita la longitud. Ocurre frecuentemente en los accesos de los puentes y en los cruces o intersecciones de carreteras y vías férreas. Para esta curva usaremos las siguientes fórmulas:

Para el primer tramo:

$$Y_1 = f [X_1 / l_1]^2 \quad (m)$$

Para el segundo tramo:

$$Y_2 = f [x_2 / l_2]^2 \quad (m)$$

La constante f para ambos tramos será:

$$f = A \times l_1 \times l_2 / (200 \times (l_1 + l_2))$$

En donde:

Y₁ = Flecha correspondiente a la distancia X₁

Y₂ = Flecha correspondiente a la distancia x₂

X₁ = Distancia a la cual se requiere obtener el valor de Y₁

X₂ = Distancia a la cual se requiere obtener el valor de Y₂

l₁ = Longitud de curva del primer tramo

l_2 = Longitud de curva del segundo tramo

f = Flecha en el vértice común a ambos tramos

A = Diferencia algebraica de pendientes

Como es obvio la suma de l_1 y l_2 nos dará la longitud total de la curva

Consideraciones que deberá de tenerse presente en el diseño:

Se deberá tener presente las Normas del Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001)

Comodidad.- Se aplica al diseño de curvas verticales cóncavas en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección se suma al peso propio del vehículo.

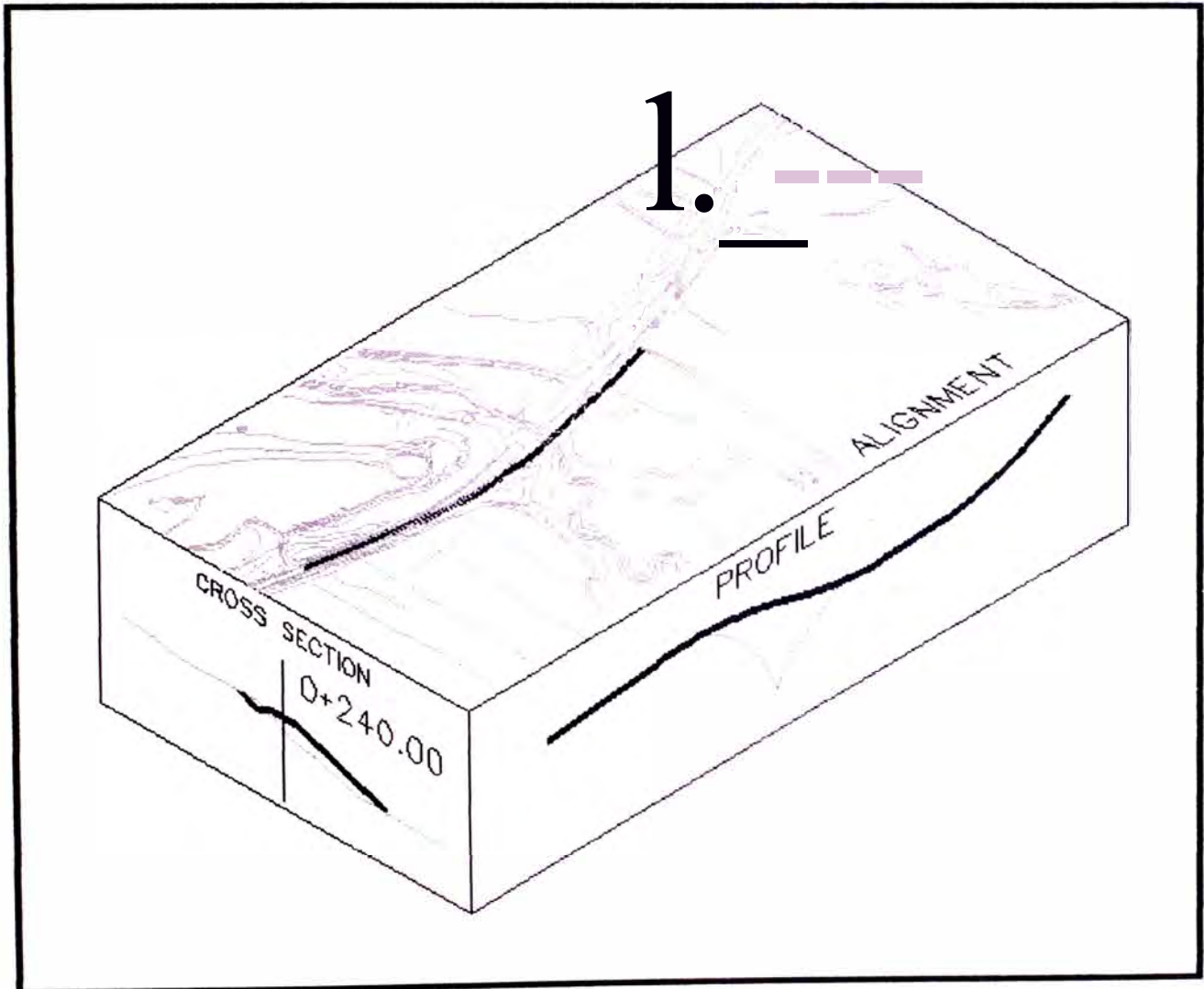
Operación.- Se aplica al diseño de curvas verticales con visibilidad completa, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

Drenaje.- Se aplica al diseño de curvas verticales convexas o cóncavas cuando están alojadas en corte, Para advertir al diseñador la necesidad de modificar las pendientes longitudinales en las cunetas.

Seguridad.- La longitud de las curvas debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada. En algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de paso.

VISTA ISO MÉTRICA

Planta, Perfil Longitudinal y Sección Transversal



ELEMENTOS DE CURVA

N'	S	Dellulon			R (mi)	T	LC	E	PC	PI	PT	PE	SA	LT	Este	Norte
		G	II	S												
Inicio		-	-	-	-	-	-	-	59+000.000	-	-	-	-	337104.702	8685108.131	
1	I	0	44	7	0.00	-	-	-	59+099.941	-	-	-	-	337128.655	8885205.159	
2	D	0	27	33	0.00	-	-	-	59+160.003	-	-	-	-	337142.301	8685263.650	
3	D	63	25	8	78.00	21.166	41.336	2.821	59+253.727	59+280.023	59+295.063	8.000	1.200	45.000	337170.505	8685380.309
4	I	32	49	30	115.00	33.874	65.884	4.885	59+422.381	59+456.255	59+488.265	7.500	0.900	26.000	337353.195	8685422.452
5	D	20	40	29	115.00	20.976	41.497	1.897	59+523.834	59+54H10	59+565.331	7.500	0.900	26.000	337416.215	8685487.291
6	I	34	34	41	110.00	18.360	36.385	1.522	59+654.294	59+673.629	59+690.680	8.000	0.900	30.000	337533.244	8685542.211
7	D	45	27	18	80.00	11.818	23.467	0.868	59+852.222	59+866.038	59+875.689	8.000	1.200	40.000	337631.418	8685710.340
8	I	22	26	35	120.00	23.808	47.005	2.339	59+998.110	60+021.917	60+045.114	7.500	0.900	26.000	337786.530	8685749.772
9	D	50	37	1	100.00	30.028	58.343	4.411	60+152.058	60+184.512	60+210.401	8.000	1.000	30.000	337917.373	8685847.322
10	I	20	15	25	110.00	19.651	38.891	1.741	60+329.351	60+349.002	60+368.242	8.000	0.900	27.000	338083.410	8685806.199
11	D	13	5	3	250.00	28.670	57.091	1.639	60+428.806	60+457.476	60+485.897	5.500	0.500	21.000	338191.628	8685818.236
12	I	31	3	0	120.00	17.841	35.031	1.290	60+587.346	60+605.760	60+622.377	7.500	0.900	30.000	338339.135	8685800.809
13	I	11	53	18	200.00	20.824	41.498	1.081	60+912.809	60+933.633	60+954.307	6.000	0.600	22.000	338639.569	8685936.537
14	D	23	41	18	115.00	24.117	47.546	2.502	61+037.058	61+061.175	61+084.603	7.500	0.900	26.000	338742.611	8686011.953
15	I	23	5	58	170.00	34.740	68.537	3.513	61+127.412	61+162.152	61+195.949	6.500	0.600	23.000	3388.41.862	8686033.978
16	D	33	11	44	105.00	31.297	60.834	4.565	61+232.581	61+263.879	61+293.415	8.000	0.900	27.000	338925.331	8686093.762
17	D	29	46	19	110.00	13.848	27.158	0.843	61+405.950	61+421.272	61+434.109	8.000	0.900	30.000	339084.344	8686100.470
18	I	1	33	19	0.00	-	-	-	-	61+498.883	-	-	-	-	339154.594	8686084.124
19	D	8	31	24	300.00	22.355	44.628	0.832	61+543.755	61+566.111	61+588.38J	5.000	0.500	19.000	339215.120	8686034.863
20	I	89	34	47	144.00	115.868	195.139	40.828	61+752.486	61+880.687	61+947.625	7.000	0.800	30.000	339474.984	8885857.435
Final	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62+029.330	-	-	-	339594.613	8686029.915	

01:00:00
 02:00:00
 03:00:00
 04:00:00
 05:00:00
 06:00:00
 07:00:00
 08:00:00
 09:00:00
 10:00:00
 11:00:00
 12:00:00
 13:00:00
 14:00:00
 15:00:00
 16:00:00
 17:00:00
 18:00:00
 19:00:00
 20:00:00
 21:00:00
 22:00:00
 23:00:00
 24:00:00
 25:00:00
 26:00:00
 27:00:00
 28:00:00
 29:00:00
 30:00:00
 31:00:00
 32:00:00
 33:00:00
 34:00:00
 35:00:00
 36:00:00
 37:00:00
 38:00:00
 39:00:00
 40:00:00
 41:00:00
 42:00:00
 43:00:00
 44:00:00
 45:00:00
 46:00:00
 47:00:00
 48:00:00
 49:00:00
 50:00:00
 51:00:00
 52:00:00
 53:00:00
 54:00:00
 55:00:00
 56:00:00
 57:00:00
 58:00:00
 59:00:00
 60:00:00
 61:00:00
 62:00:00
 63:00:00
 64:00:00
 65:00:00
 66:00:00
 67:00:00
 68:00:00
 69:00:00
 70:00:00
 71:00:00
 72:00:00
 73:00:00
 74:00:00
 75:00:00
 76:00:00
 77:00:00
 78:00:00
 79:00:00
 80:00:00
 81:00:00
 82:00:00
 83:00:00
 84:00:00
 85:00:00
 86:00:00
 87:00:00
 88:00:00
 89:00:00
 90:00:00
 91:00:00
 92:00:00
 93:00:00
 94:00:00
 95:00:00
 96:00:00
 97:00:00
 98:00:00
 99:00:00
 100:00:00

01:00:00
 02:00:00
 03:00:00
 04:00:00
 05:00:00
 06:00:00
 07:00:00
 08:00:00
 09:00:00
 10:00:00
 11:00:00
 12:00:00
 13:00:00
 14:00:00
 15:00:00
 16:00:00
 17:00:00
 18:00:00
 19:00:00
 20:00:00
 21:00:00
 22:00:00
 23:00:00
 24:00:00
 25:00:00
 26:00:00
 27:00:00
 28:00:00
 29:00:00
 30:00:00
 31:00:00
 32:00:00
 33:00:00
 34:00:00
 35:00:00
 36:00:00
 37:00:00
 38:00:00
 39:00:00
 40:00:00
 41:00:00
 42:00:00
 43:00:00
 44:00:00
 45:00:00
 46:00:00
 47:00:00
 48:00:00
 49:00:00
 50:00:00
 51:00:00
 52:00:00
 53:00:00
 54:00:00
 55:00:00
 56:00:00
 57:00:00
 58:00:00
 59:00:00
 60:00:00
 61:00:00
 62:00:00
 63:00:00
 64:00:00
 65:00:00
 66:00:00
 67:00:00
 68:00:00
 69:00:00
 70:00:00
 71:00:00
 72:00:00
 73:00:00
 74:00:00
 75:00:00
 76:00:00
 77:00:00
 78:00:00
 79:00:00
 80:00:00
 81:00:00
 82:00:00
 83:00:00
 84:00:00
 85:00:00
 86:00:00
 87:00:00
 88:00:00
 89:00:00
 90:00:00
 91:00:00
 92:00:00
 93:00:00
 94:00:00
 95:00:00
 96:00:00
 97:00:00
 98:00:00
 99:00:00
 100:00:00

PARAMETROS DE ESPIRALES

PI No	le			A	Ie	Xe	Ye	p	k	TL	TC	TS	se	es	ST
Inicio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	..	-	..
3	16	31	39	59.25	45.00	44.63	4.30	1.08	22.44	30.13	15.12	59+208.73	59+253.73	59+295.06	59+340.06
4	-	-	-	-	..	-	-	-	..	-	-	-	-	..	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	7	48	47	57.45	30.00	29.94	1.36	0.34	14.99	20.02	10.02	59+624.29	59+654.29	59+690.68	59+720.68
7	14	1	26	56.57	40.00	39.75	3.32	0.83	19.98	26.75	13.41	59+812.22	59+852.22	59+875.69	59+915.69
8	-	-	-	-	..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	8	3	54	54.77	30.00	29.93	1.50	0.37	14.99	20.02	10.02	60+122.06	60+152.06	60+210.40	60+240.40
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	7	9	43	60.00	30.00	29.95	1.25	0.31	14.99	20.02	10.01	60+557.35	60+587.35	60+622.38	60+652.38
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	7	48	47	57.45	30.00	29.94	1.36	0.34	14.99	20.02	10.02	61+376.95	61+406.95	61+434.11	61+464.11
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	5	58	6	65.73	30.00	29.97	1.04	0.26	14.99	20.01	10.01	61+722.49	61+752.49	61+947.63	61+977.63
Final	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 ESCUELA NORMAL

UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN
 DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN BÁSICA

ALINEAMIENTO VERTICAL

VPI No	Estacion	Elevacion en tanaente	%Pendiente	Distancia	Elevacion en Curva	L	K	E	TC
0	59000	1646.057	-0.81	130.00	---	---	---	---	---
1	59130	1645.000	5.50	300.00	1646.026	130.0	20.59	1.03	Concava
2	59430	1661.500	1.64	240.00	1660.728	160.0	41.44	-0.77	Convexa
3	59670	1665.434	3.59	370.00	1665.775	140.0	71.83	0.34	Concava
4	60040	1678.710	5.64	305.00	1679.017	120.0	58.60	0.31	Concava
5	60345	1695.900	1.81	315.00	1695.231	140.0	36.62	-0.67	Convexa
6	60660	1701.610	3.07	200.00	1701.736	80.0	63.38	0.13	Concava
7	60860	1707.760	0.73	200.00	1707.350	140.0	59.70	-0.41	Convexa
8	61060	1709.220	6.47	875.00	1710.367	160.0	27.89	1.15	Concava
9	61935	1765.810	4.72	65.00	1765.636	80.0	45.86	-0.17	Convexa
10	62000	1768.880	---	---	---	---	---	---	---

VOLUMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Progresiva	Area Corte	Area Relleno	Volumen Corte (m ³)	Volumen Relleno (m ³)
59+000	0.00	0.00	—	—
59+020	7.87	0.00	78.70	0.00
59+040	7.29	0.00	151.57	0.00
59+060	7.94	0.00	152.23	0.00
59+080	7.56	0.00	154.96	0.00
59+100	6.90	0.00	144.59	0.00
59+120	5.41	0.00	123.10	0.00
59+140	5.94	0.00	113.56	0.00
59+160	5.60	0.00	115.42	0.00
59+180	0.00	0.00	55.98	0.00
59+200	0.00	0.00	0.00	0.00
59+220	0.00	0.00	0.00	0.00
59+230	0.00	0.00	0.00	0.00
59+240	6.37	0.00	31.84	0.24
59+250	6.85	0.00	66.09	0.24
59+260	10.05	0.00	84.48	0.00
59+270	10.75	0.00	103.99	0.00
59+280	12.42	0.00	115.87	0.00
59+290	8.28	0.00	103.48	0.00
59+300	7.55	0.00	79.11	0.00
59+310	6.68	0.00	71.11	0.00
59+320	5.89	0.00	62.80	0.00
59+340	4.55	0.00	104.40	0.00
59+360	3.55	0.00	81.03	0.00
59+380	3.75	0.00	73.04	0.00
59+400	4.01	0.00	77.63	0.00
59+420	4.37	0.03	83.76	0.26
59+430	3.72	0.08	40.47	0.55
59+440	3.62	0.00	36.70	0.68
59+450	3.59	0.01	36.03	0.29
59+460	5.07	0.03	43.30	0.18
59+470	5.13	0.02	50.97	0.26
59+480	6.05	0.03	55.88	0.28
59+500	5.52	0.00	115.74	0.34
59+520	6.04	0.00	115.62	0.00
59+530	6.38	0.00	62.08	0.00
59+540	7.09	0.00	67.34	0.00
59+550	7.39	0.00	72.38	0.00
59+560	7.03	0.00	72.09	0.00
59+580	6.29	0.00	133.18	0.00
59+600	4.93	0.00	112.14	0.00
59+620	3.56	0.09	84.92	0.86
59+640	5.40	0.08	89.65	1.65
59+650	5.42	0.04	54.13	0.58
59+660	5.06	0.02	52.45	0.26
59+670	4.88	0.02	49.70	0.16
59+680	4.77	0.04	48.21	0.27
59+690	4.62	0.04	46.96	0.39
59+700	4.19	0.40	44.09	2.22
59+720	5.02	0.12	92.08	5.22
59+740	4.95	0.00	99.64	1.19

VOLUMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Progresiva	Area Corte	Area Relleno	Volumen Corte (m ³)	Volumen Relleno (m ³)
59+760	6.05	0.00	110.00	0.00
59+780	4.88	0.00	109.28	0.00
59+800	4.37	0.02	92.44	0.24
59+820	5.40	0.00	97.63	0.24
59+830	5.72	0.00	55.56	0.00
59+840	6.08	0.00	58.95	0.00
59+850	6.16	0.00	61.20	0.00
59+860	6.12	0.00	61.41	0.00
59+870	6.11	0.00	61.13	0.00
59+880	6.00	0.00	60.56	0.00
59+890	5.83	0.00	59.15	0.00
59+900	5.63	0.00	57.31	0.00
59+920	4.65	0.00	102.81	0.00
59+940	4.23	0.00	88.73	0.00
59+960	4.84	0.00	90.69	0.00
59+980	4.99	0.00	98.30	0.00
60+000	5.60	0.03	105.83	0.27
60+010	5.09	0.03	53.44	0.29
60+020	4.77	0.03	49.29	0.28
60+030	4.65	0.01	47.07	0.16
60+040	5.01	0.01	48.31	0.08
60+060	5.08	0.00	100.93	0.10
60+080	5.49	0.00	105.73	0.00
60+100	5.11	0.00	106.02	0.00
60+120	4.82	0.02	99.27	0.24
60+140	5.13	0.00	99.46	0.24
60+150	4.84	0.00	49.82	0.00
60+160	5.89	0.00	53.65	0.00
60+170	5.49	0.00	56.91	0.00
60+180	12.81	0.00	91.47	0.00
60+190	11.08	0.00	119.41	0.00
60+200	10.06	0.00	105.70	0.00
60+210	9.54	0.00	98.01	0.00
60+220	7.30	0.00	84.20	0.00
60+240	4.51	0.00	118.11	0.00
60+260	4.02	0.01	85.29	0.06
60+280	3.42	0.04	74.42	0.44
60+300	3.53	0.01	69.48	0.51
60+320	3.84	0.00	73.68	0.12
60+340	5.47	0.00	93.14	0.00
60+350	5.90	0.00	56.86	0.00
60+360	6.30	0.00	61.02	0.00
60+380	0.00	0.00	63.04	0.00
60+400	7.31	0.00	73.07	0.00
60+420	5.54	1.10	128.51	11.03
60+430	5.14	0.14	53.42	6.22
60+440	7.69	0.00	64.16	0.71
60+450	6.43	0.00	70.59	0.00
60+460	6.71	0.00	65.71	0.00

VOLUMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Progresiva	Area Corte	Area Relleno	Volumen Corte (m3)	Volumen Relleno (m3)
60+470	6.03	0.00	63.74	0.00
60+480	6.79	0.00	64.10	0.00
60+500	5.94	0.00	127.23	0.00
60+520	5.46	0.00	113.92	0.00
60+540	4.90	0.00	103.55	0.03
60+560	6.09	0.09	109.92	0.90
60+580	6.28	0.05	123.67	1.33
60+590	5.76	0.01	60.16	0.30
60+600	7.31	0.01	65.34	0.11
60+610	5.29	0.00	63.00	0.04
60+620	7.48	0.01	63.84	0.03
60+630	5.68	0.03	65.78	0.18
60+640	5.56	0.07	56.21	0.51
60+660	6.78	0.05	123.45	1.24
60+680	5.10	0.00	118.82	0.50
60+700	5.62	0.00	107.24	0.00
60+720	4.74	0.00	103.64	0.00
60+740	5.45	0.00	101.93	0.00
60+760	5.50	0.00	109.52	0.00
60+780	5.93	0.00	114.34	0.00
60+800	5.36	0.00	112.90	0.00
60+820	5.78	0.00	111.36	0.00
60+840	5.79	0.00	115.72	0.00
60+860	6.01	0.00	118.07	0.00
60+880	5.62	0.00	116.34	0.00
60+900	5.68	0.00	113.03	0.00
60+920	5.64	0.01	113.26	0.13
60+930	5.64	0.02	56.41	0.15
60+940	4.98	0.03	53.11	0.21
60+950	6.46	0.02	57.22	0.22
60+960	4.98	0.00	57.22	0.09
60+980	5.53	0.00	105.16	0.00
61+000	5.22	0.00	107.56	0.00
61+020	6.10	0.00	113.22	0.00
61+040	7.72	0.00	138.16	0.00
61+050	6.20	0.00	69.60	0.00
61+060	6.28	0.00	62.42	0.00
61+070	6.59	0.00	64.36	0.00
61+080	6.54	0.00	65.66	0.00
61+100	5.91	0.00	124.50	0.00
61+120	5.23	0.00	111.40	0.00
61+130	5.68	0.00	54.55	0.01
61+140	5.81	0.01	57.45	0.08
61+150	6.14	0.00	59.74	0.07
61+160	6.47	0.00	63.06	0.00
61+170	6.00	0.00	62.37	0.00
61+180	6.17	0.00	60.86	0.01
61+190	6.59	0.00	63.81	0.00
61+200	6.20	0.00	63.97	0.00

VOLUMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Progresiva	Area Corte	Area Relleno	Volumen Corte (m3)	Volumen Relleno (m3)
61+220	6.59	0.00	127.97	0.00
61+240	7.18	0.00	137.71	0.00
61+250	7.37	0.00	72.74	0.00
61+260	7.37	0.00	73.69	0.00
61+270	7.33	0.00	73.51	0.00
61+280	7.02	0.00	71.77	0.00
61+290	6.64	0.00	68.31	0.00
61+300	5.92	0.00	62.82	0.00
61+320	5.53	0.00	114.51	0.00
61+340	5.53	0.00	110.61	0.00
61+360	5.93	0.00	114.68	0.00
61+380	8.72	0.00	146.49	0.00
61+400	11.93	0.00	206.41	0.00
61+410	9.82	0.00	108.72	0.00
61+420	7.33	0.00	85.73	0.00
61+430	6.19	0.00	67.60	0.01
61+440	5.77	0.00	59.80	0.01
61+450	4.96	0.00	53.62	0.00
61+460	6.10	0.00	5R31	0.00
61+480	4.00	0.00	101.02	0.00
61+500	3.99	0.00	79.87	0.00
61+520	4.36	0.00	83.54	0.00
61+540	4.40	0.00	87.65	0.00
61+550	5.38	0.00	48.89	0.00
61+560	6.47	0.00	59.25	0.00
61+570	5.91	0.00	61.92	0.00
61+580	5.54	0.00	57.24	0.00
61+600	7.21	0.00	127.49	0.00
61+620	4.89	0.00	121.04	0.00
61+640	5.28	0.00	101.74	0.00
61+660	3.90	0.02	91.79	0.22
61+680	3.63	0.03	75.24	0.56
61+700	3.27	0.02	68.96	0.55
61+720	3.33	0.24	65.96	2.56
61+740	6.20	0.08	95.26	3.15
61+750	3.39	0.10	47.95	0.90
61+760	3.30	0.04	33.44	0.73
61+770	3.36	0.05	33.26	0.48
61+780	3.61	0.04	34.82	0.49
61+790	3.46	0.07	35.36	0.57
61+800	3.01	0.33	32.34	2.00
61+810	3.50	0.04	32.52	1.85
61+820	3.54	0.03	35.22	0.36
61+830	3.27	0.04	34.09	0.38
61+840	3.79	0.07	35.31	0.55
61+850	1.05	0.31	24.21	1.90
61+860	4.29	-0.06	26.70	1.86
61+870	4.11	0.04	42.00	0.50
61+880	4.31	0.05	42.14	0.44

VOI. IJ\I&ES DE NICMMENTO DE 1 1 ♦

Progresiva	/vea Corte	/vea Relleno	Voli.men Corte(m3)	Voli.men Relleno (m3)
61+800	3.90	0.04	41.00	0.44
61+00)	3.77	0.05	38.40	0.47
61-.910	3.81	0.05	37.94	0.50
61+920	4.35	0.02	40.82	0.1,
61+93)	4.25	0.01	43.03	0.12
61+940	5.02	0.00	46.40	0.03
61+950	4.9>	0.00	49 gi	0.02
61+00)	5.47	0.00	52.12	0.03
61+900	5.00	0.01	114.24	0.14
62-t{XX)	4.84	0.00	107.00	0.11
Total			16326.65	65.75

LONGITUD DE TRAMOS EN TANGENTE PARA Vd=50 Km/H

Lmin.s	Lmin.O	Lmax
69.0	139.0	835.0

- L min.s Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario)
- L min. O Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido)
- L max Longitud máxima (m)

COMPARACIONES EN EL TRAMO:

Nº	S	PC	PI	PT	TS	Se	es	ST	LONGITUD EN TANGENTE	OBSERVACION
Inicio			59+000.000						Inflexion	
1	I		59+099.941						Inflexion	
2	D		59+160.003						Inflexion	
3	D	59+253.727	59+280.023	59+295.063	59+208.730	59+253.730	59+295.060	59+340.060	208.73	Si Cumple
4	I	59+422.381	59+456.255	59+488.265					82.32	Si Cumple
5	D	59+523.834	59+544.810	59+565.331					35.57	No Cumple
6	I	59+654.294	59+673.629	59+690.680	59+624.290	59+654.290	59+690.680	59+720.680	58.96	No Cumple
7	D	59+852.222	59+866.038	59+875.689	59+812.220	59+852.220	59+875.690	59+915.690	91.54	Si Cumple
8	I	59+998.110	60+021.917	60+045.114					82.42	Si Cumple
9	D	60+152.058	60+184.512	60+210.401	60+122.060	60+152.060	60+210.400	60+240.400	76.95	Si Cumple
10	I	60+329.351	60+349.002	60+368.242					88.95	Si Cumple
11	D	60+428.806	60+457.476	60+485.897					60.56	No Cumple
12	I	60+587.346	60+605.760	60+622.377	60+557.350	60+587.350	60+622.380	60+652.380	71.45	Si Cumple
13	I	60+912.809	60+933.633	60+954.307					260.43	Si Cumple
14	D	61+037.058	61+061.175	61+084.603					82.75	Si Cumple
15	I	61+127.412	61+162.152	61+195.949					42.81	No Cumple
16	D	61+232.581	61+263.879	61+293.415					36.63	No Cumple
17	D	61+406.950	61+421.272	61+434.109	61+376.950	61+406.950	61+434.110	61+464.110	83.53	No Cumple
18	I		61+498.883						Inflexion	Si Cumple
19	D	61+543.755	61+566.111	61+588.383					79.64	Si Cumple
20	I	61+752.486	61+880.687	61+947.625	61+722.490	61+752.490	61+947.630	61+977.630	134.11	Si Cumple
Final			62+029.330							

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 DIVISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 LABORATORIO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 DIVISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 LABORATORIO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

CONCLUSIONES

- * La rehabilitación y mejoramiento de la carretera en estudio, permitirá mejorar las condiciones de tránsito de vehículos, favoreciendo a las actividades comerciales, turísticas y a la vez integrando las regiones de la costa, sierra y selva.
- * Actualmente la vía carece de bermas, sin embargo a lo largo de la carretera existen casas ó poblados pequeños y cercanos, cuyos pobladores se movilizan en bicicletas ó se trasladan caminando y lo realizan por el borde de la carretera. Cuando la carretera quede terminada dichos peatones y vehículos transitarán con una mayor seguridad, comodidad ya que se están proyectando bermas que no existen.
- * La inclinación de las bermas deberá seguir la pendiente transversal de la sección transversal de la calzada con el fin de que las aguas pluviales drenen hacia las cunetas o entreguen al terreno más cercano manteniendo una estética agradable.
- * Debido a que la vía actual se encuentra diseñada sin considerar curvas de transición, los vehículos realizan maniobras bruscas en las curvas actuales, si se realizan los cambios propuestos en la carretera no tendrá discontinuidades en la curvatura del trazo, ofreciendo condiciones de seguridad, comodidad y estética.
- * El tramo en estudio cuenta con una topografía accidentada y no se dispone de espacio suficiente para diseñar las curvas de transición en todo el tramo, es por ello que en los casos en donde no se está considerando curvas de transición; se reforzarán con una señalización apropiada, como señales preventivas, reglamentarias y además se deberán de colocar elementos de seguridad como postes delineadores 6 guardavías, aprovechando colocarlos en el sobreebanco de compactación que se está proyectando.

RECOMENDACIONES

Al replantear por el método convencional de ángulos y distancias es un poco laborioso, es conveniente aprovechar la informática avanzada con la que se cuenta, calculando así en gabinete las coordenadas de estacas y llevar los datos a la estación total para replantearlos desde la poligonal de apoyo confeccionada inicialmente.

Hay sectores donde se construirán cunetas; lo cual no son mayores a 15 metros de altura y están generando cortes en roca, se recomienda que no se usen explosivos, dicho corte se puede realizar convenientemente con una compresora y taladros. Así de esta manera no se cerraría el tránsito en su totalidad.

En esta etapa de la construcción, para completar el ancho que nos faltaría sólo es necesario cerrar un carril, y así de esta manera no interrumpir totalmente el tránsito vehicular.

Debido a que se tienen que alargar dos alcantarillas para completar el ancho producido por las bermas, se deberá limpiar bien las superficies donde se pegará el concreto nuevo utilizando anclajes y epóxicos para una mejor adherencia y evitar las filtraciones en ellas.

Durante el desarrollo de los trabajos, se seguirán todas las medidas técnicas establecidas en el plan de manejo ambiental, considerando las normas del manual ambiental de diseño y construcción de vías del ministerio de transporte.

BIBLIOGRAFÍA

Apuntes del curso de Caminos

Carreteras Ferrocarriles y Canales César Guerra Bustamante

Manual de diseño geométrico DG-2001

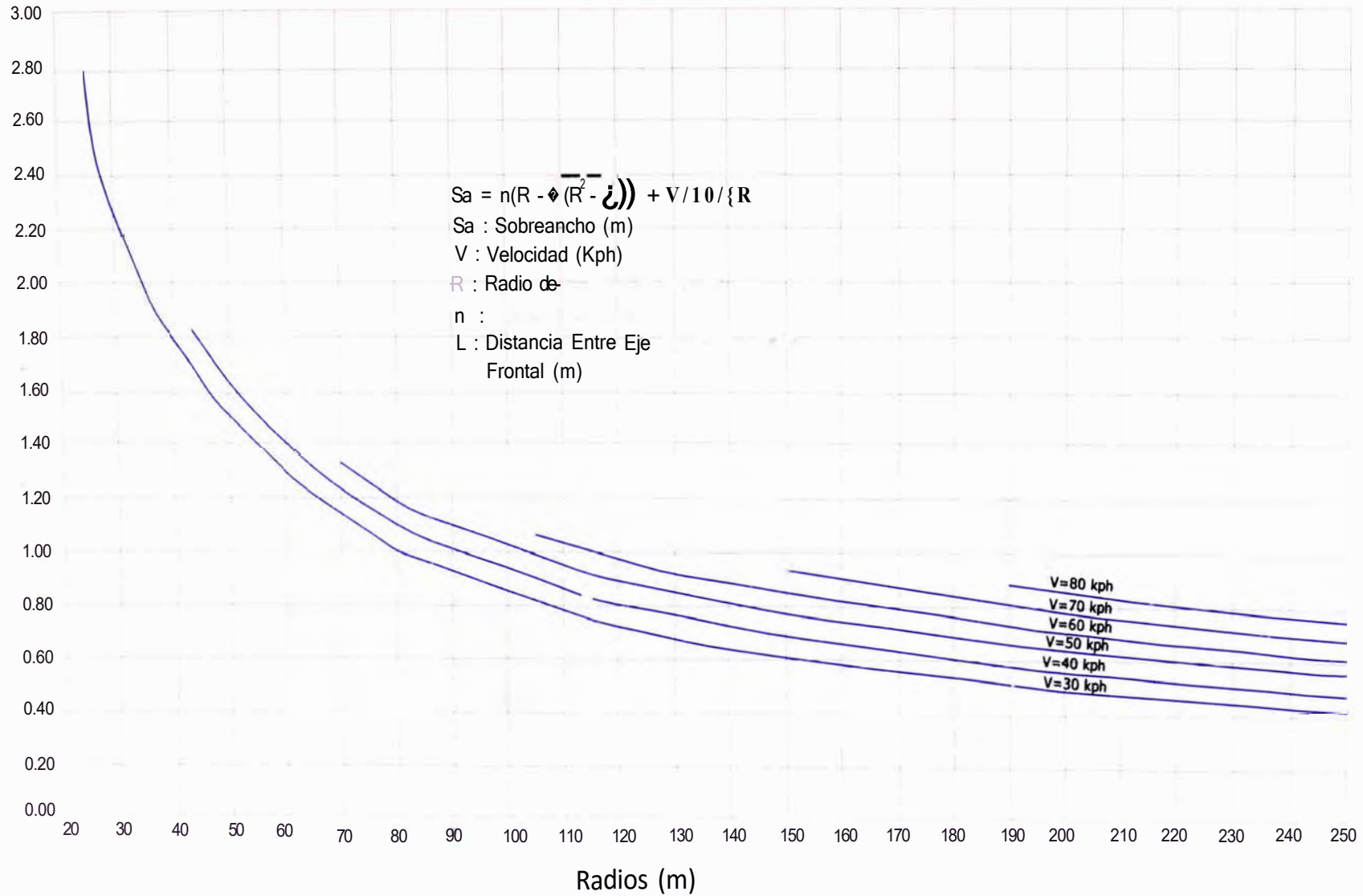
Página web. www.construaprende.com/caminos MEXICO-ESPAÑA

Software Eagle Point Road Cale para el procesamiento

ANEXOS

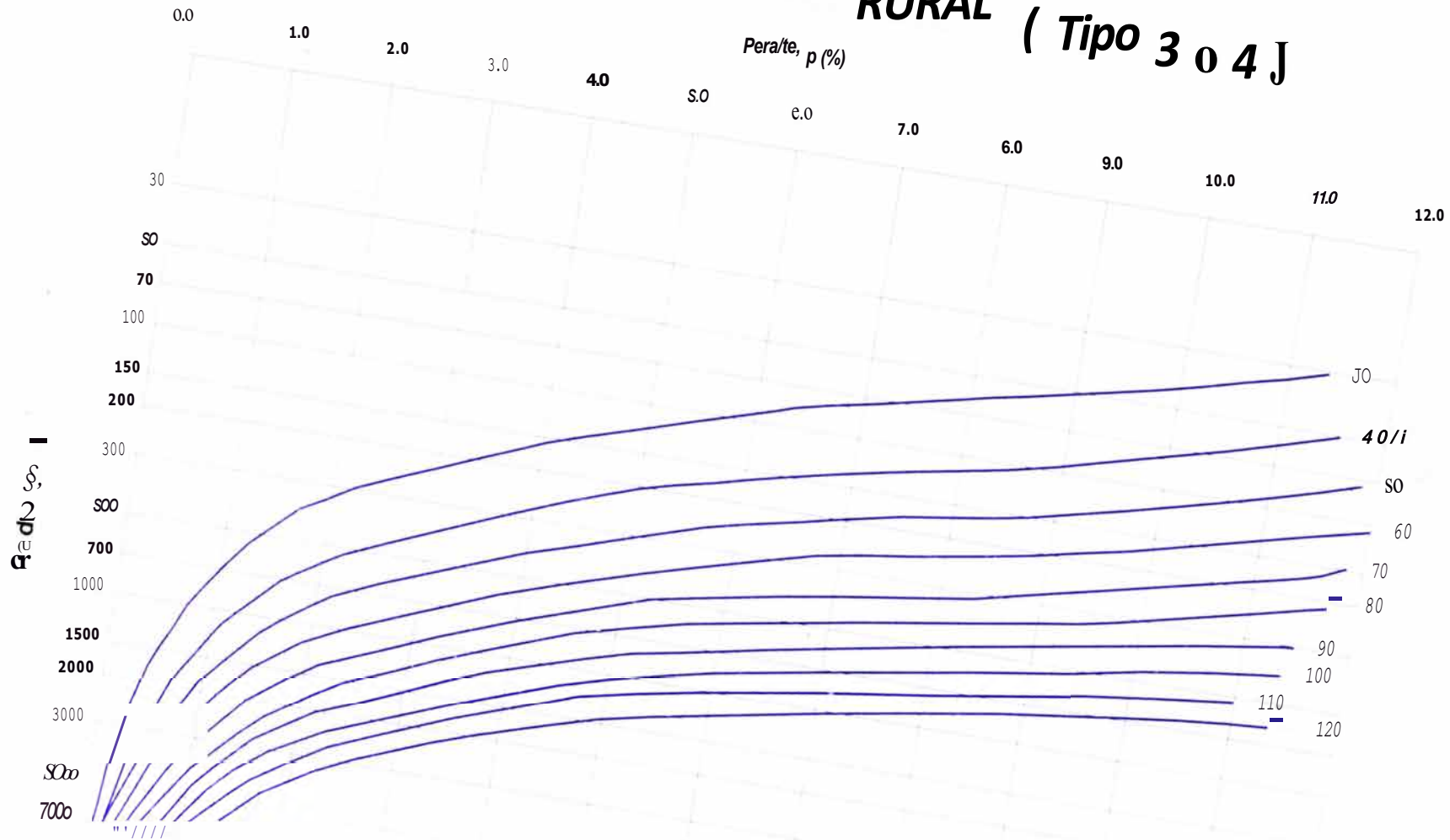
ANEXO No 01

VALORES DE SOBRECANTO



ANEXON 02

PERALTE EN ZONA RURAL (Tipo 3 o 4 J

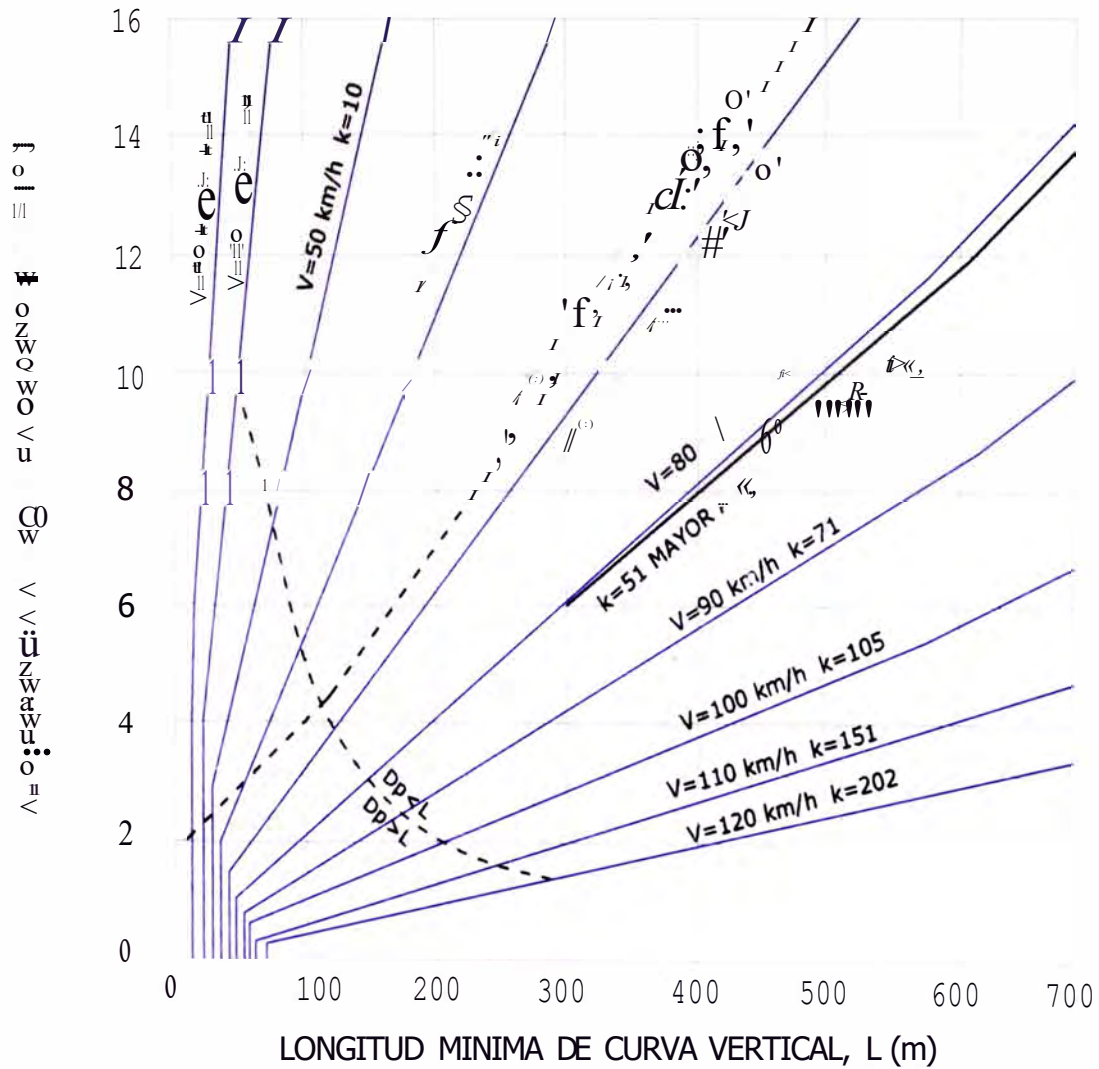


...it

$P_{\text{máx}} = 12\%$

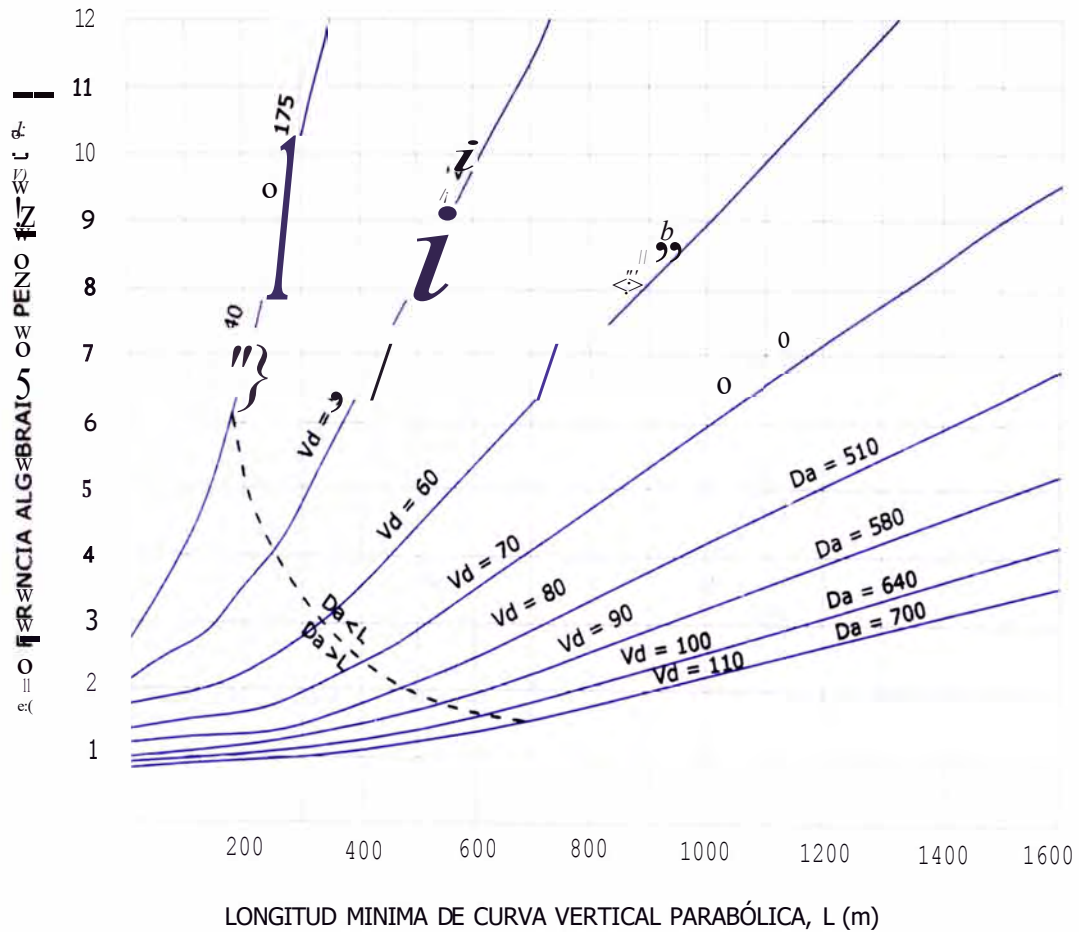
ANEXO No 03

LONGITUD MINIMA DE CURVA VERTICAL PARABOLICA CON DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA



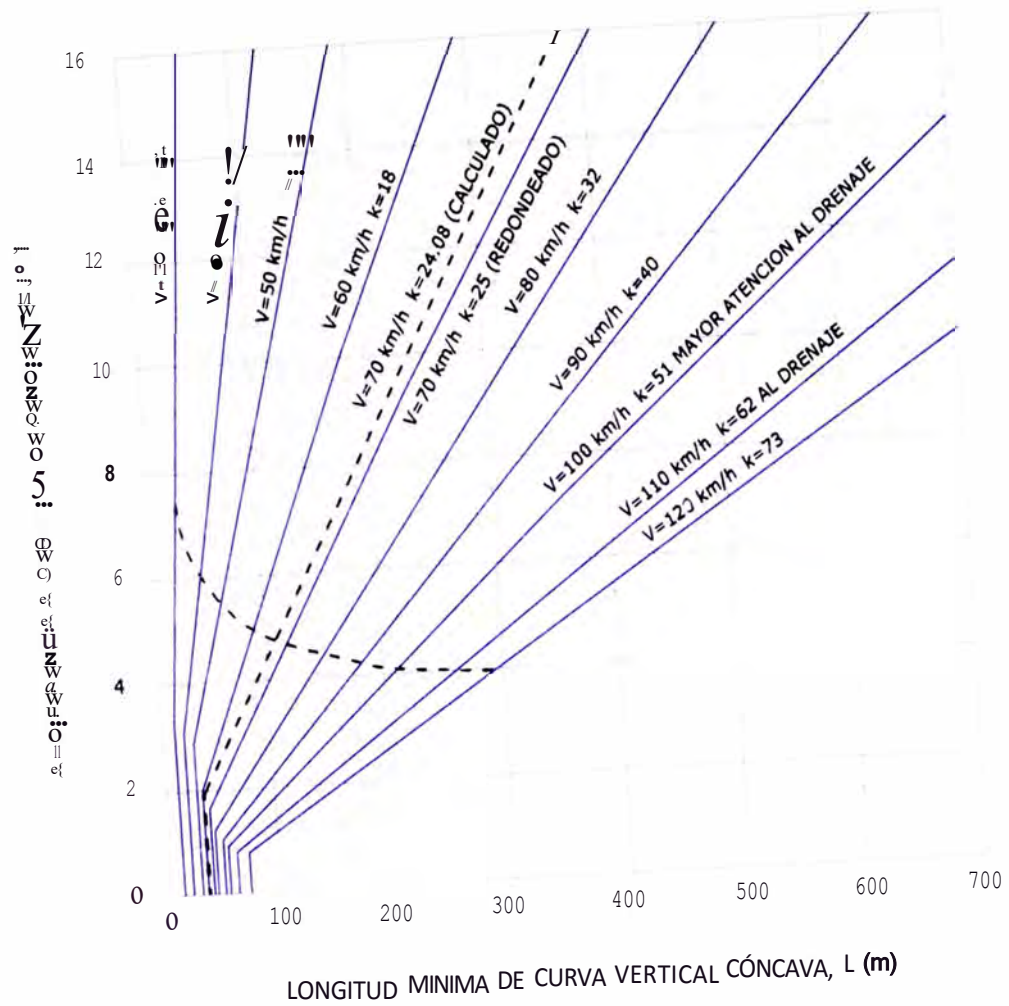
ANEXO No 04

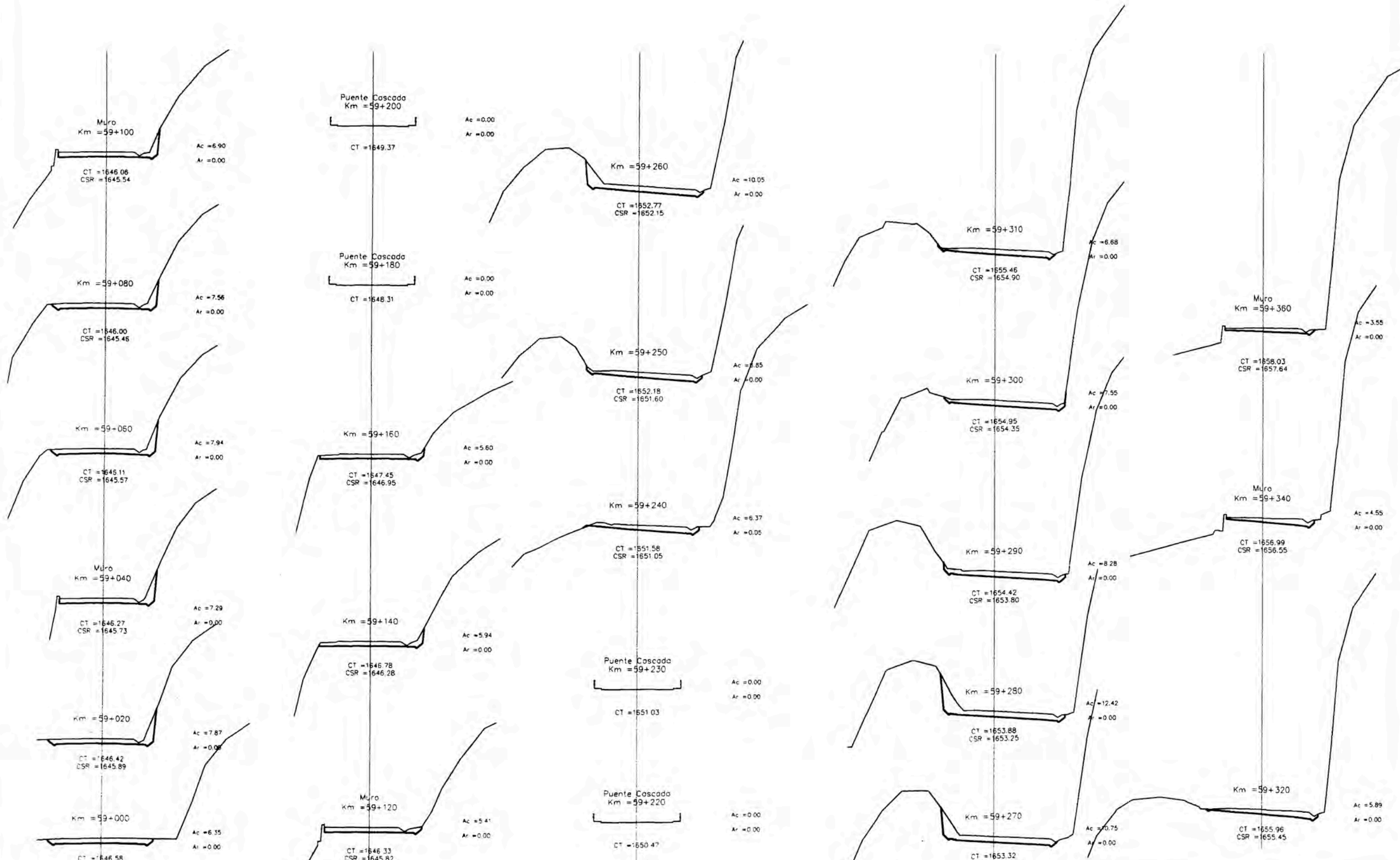
LONGITUD MINIMA DE CURVA VERTICAL CONVEXA CON VISIBILIDAD DE PASO



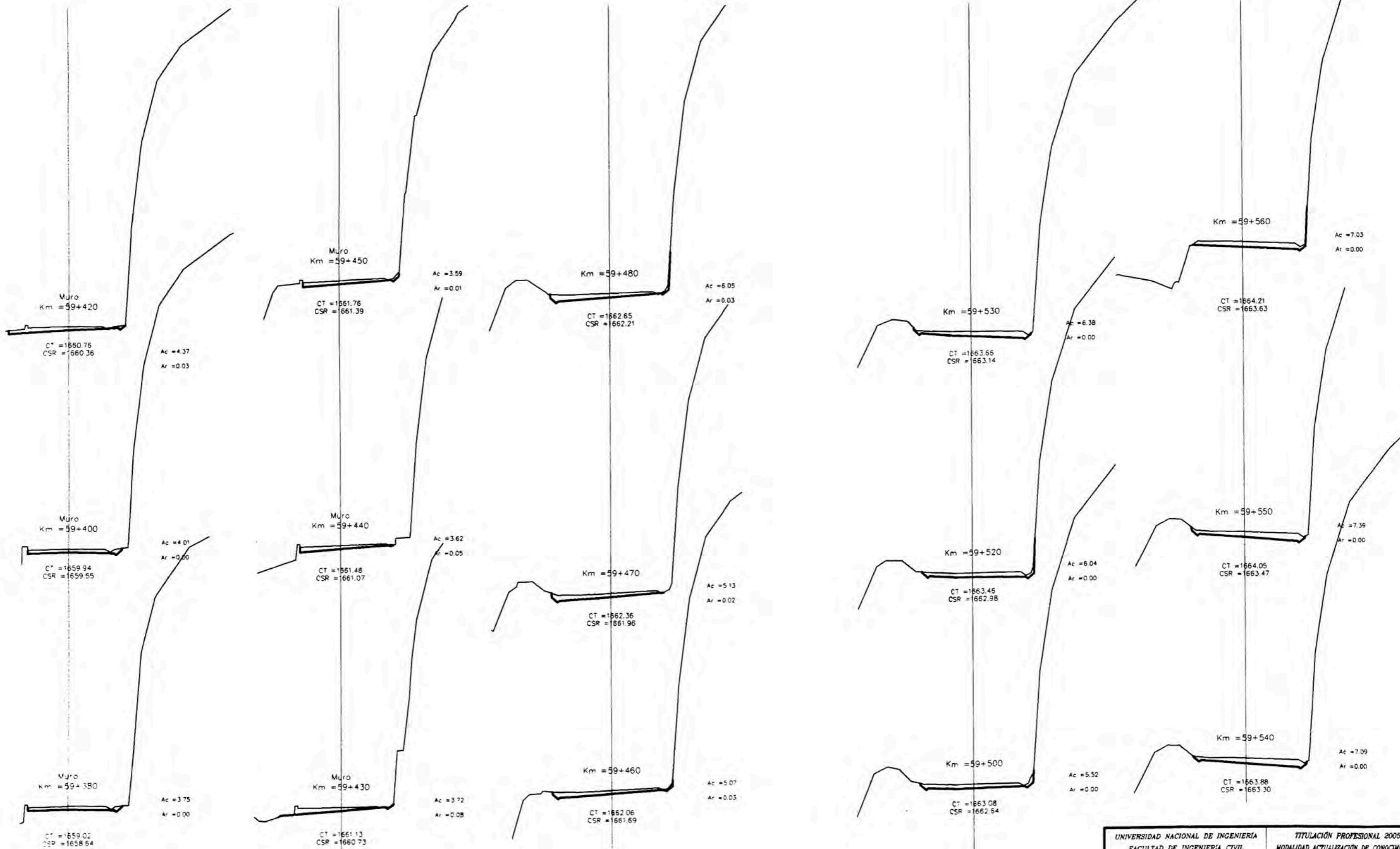
ANEXO No 05

LONGITUD MINIMA DE CURVAS VERTICALES CONCAVAS

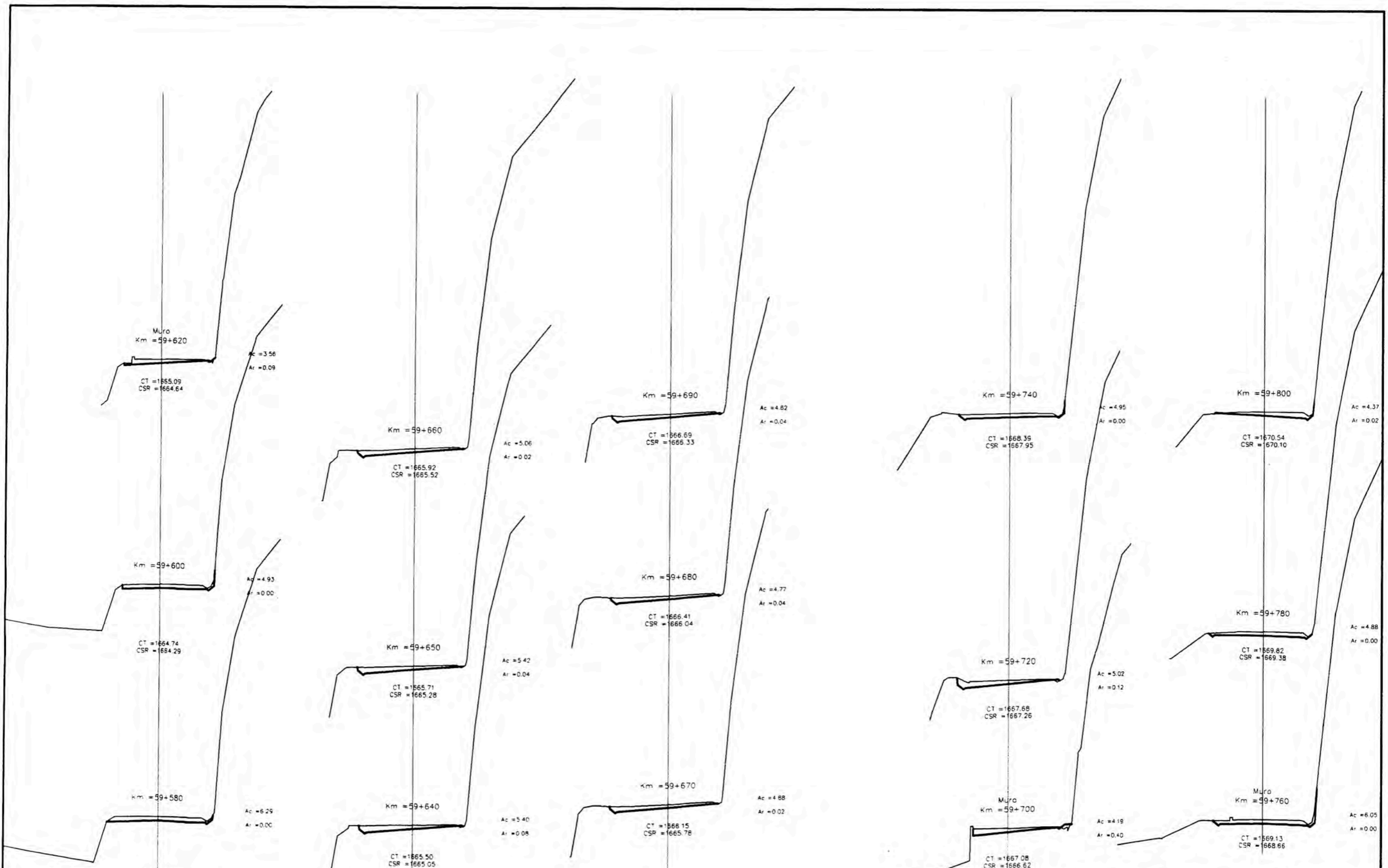




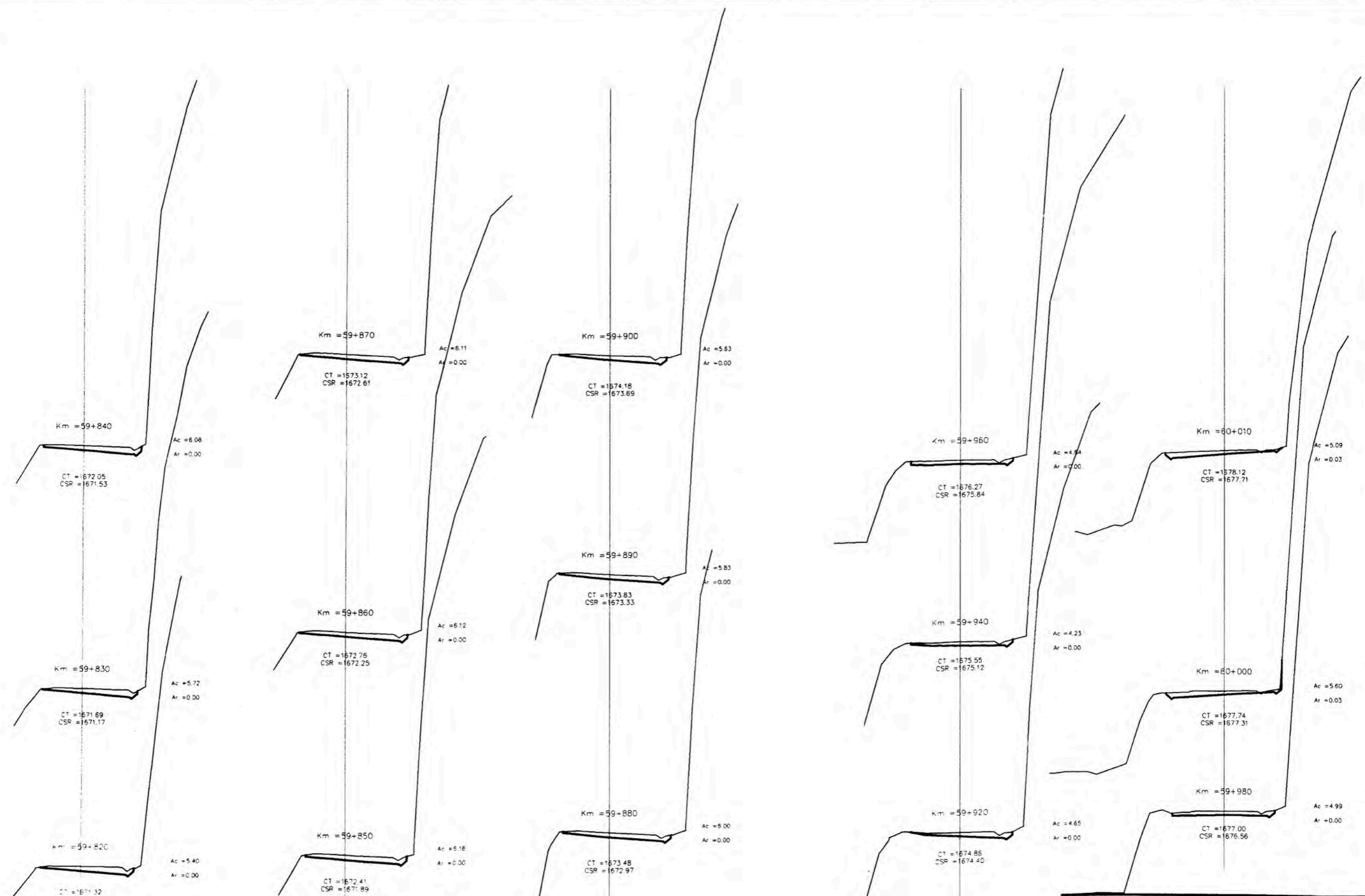
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		TITULACION PROFESIONAL 2005	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		MODALIDAD ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS	
PLANO: Secciones Transversales			
KM 59+000 AL KM 59+380			
CARRETERA: COCACHACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)			
ALUMNO: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO			
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2006	ESCALA: 1 / 200	ST - 01



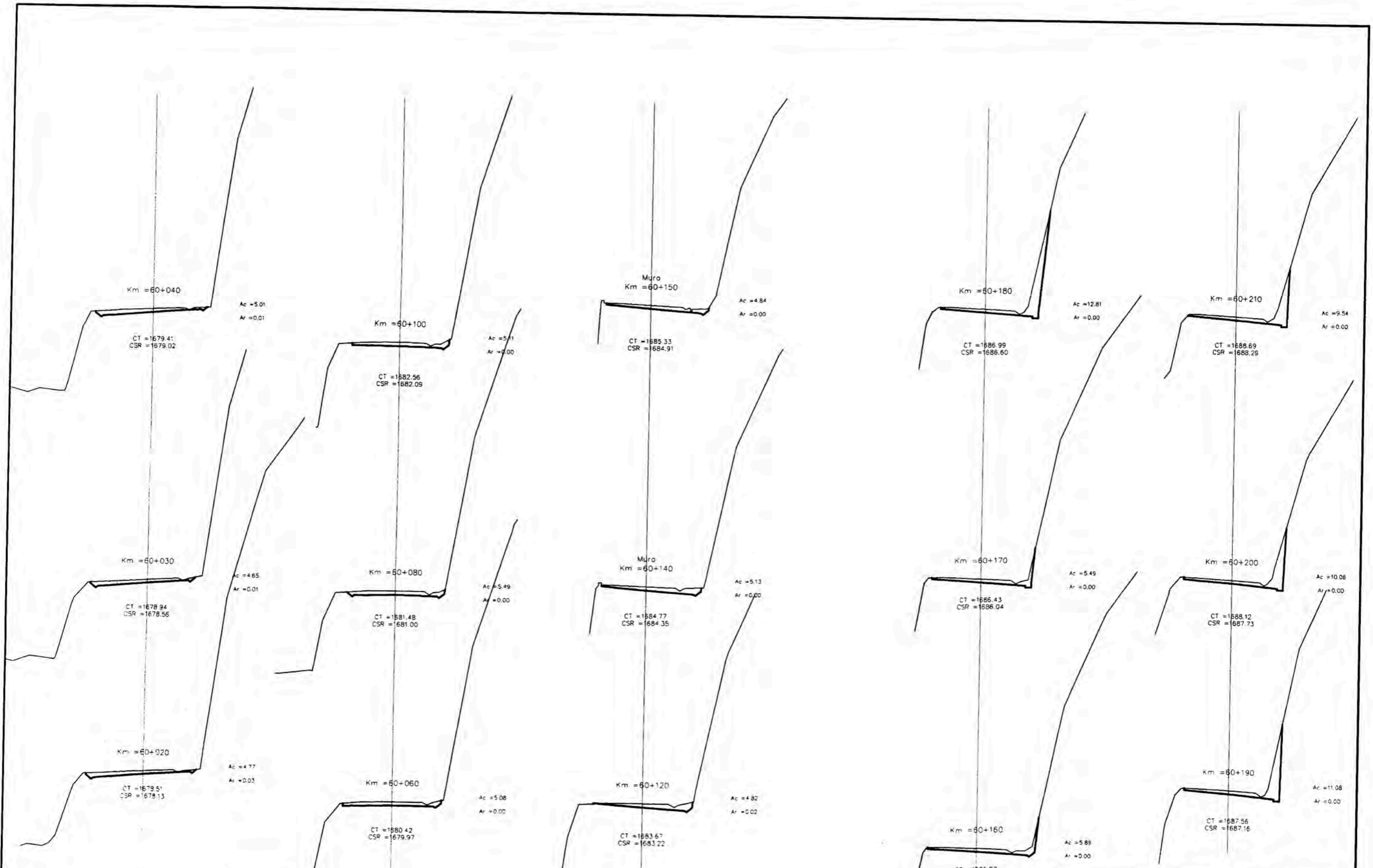
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	TITULACIÓN PROFESIONAL 2005 MODALIDAD ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS
PLANO: Secciones Transversales KM 59+380 AL KM 59+560	
CARRETERA: COCACHACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)	
ALUMNO: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO	
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2006
	ESCALA: 1 / 200
	ST - 02



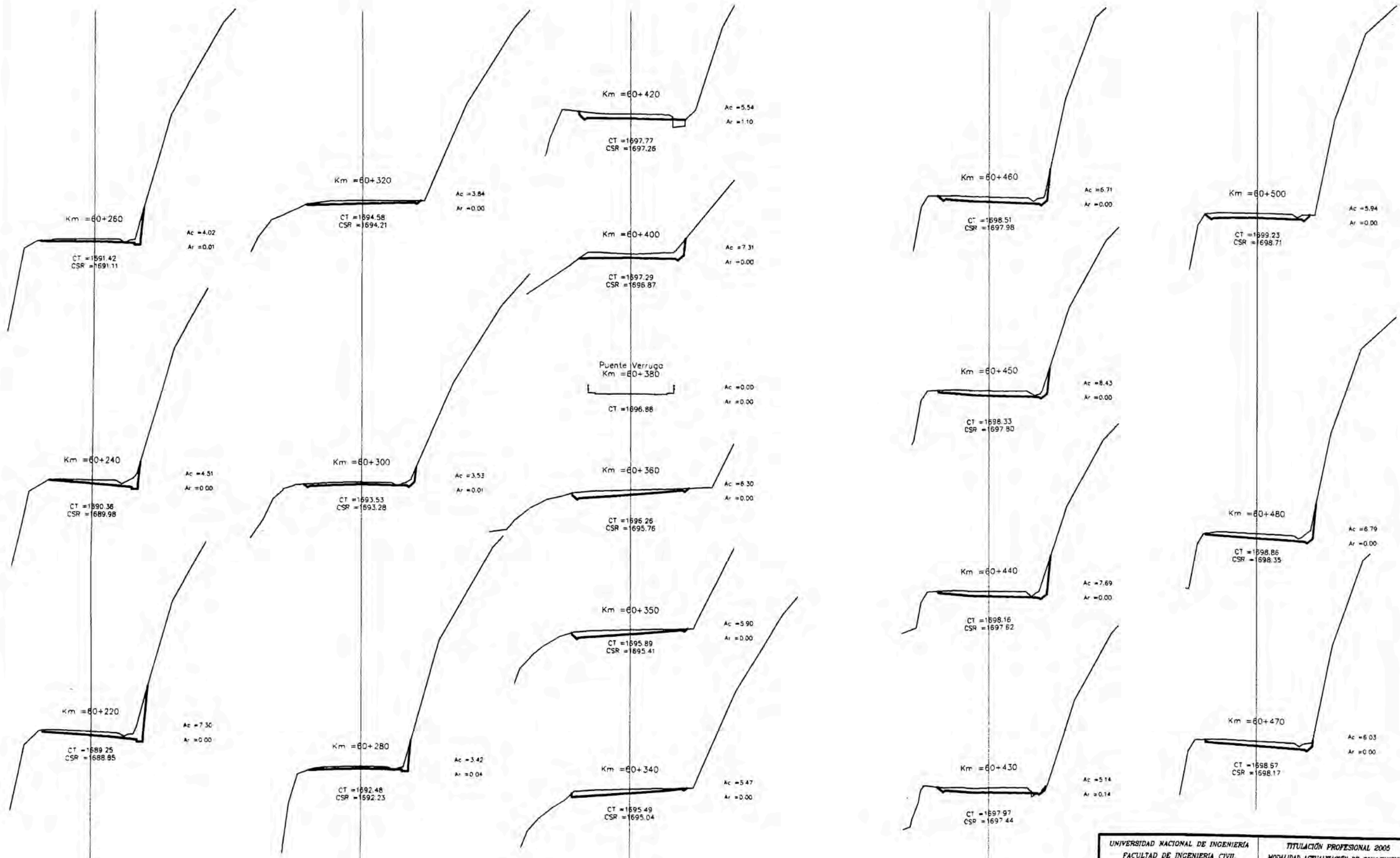
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		TITULACION PROFESIONAL 2005	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		MODALIDAD ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS	
PLANO: Secciones Transversales			
KM 59+580 AL KM 59+800			
CARRETERA: COCACHACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)			
ALUMNO: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO			
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2006	ESCALA: 1 / 200	ST - 03



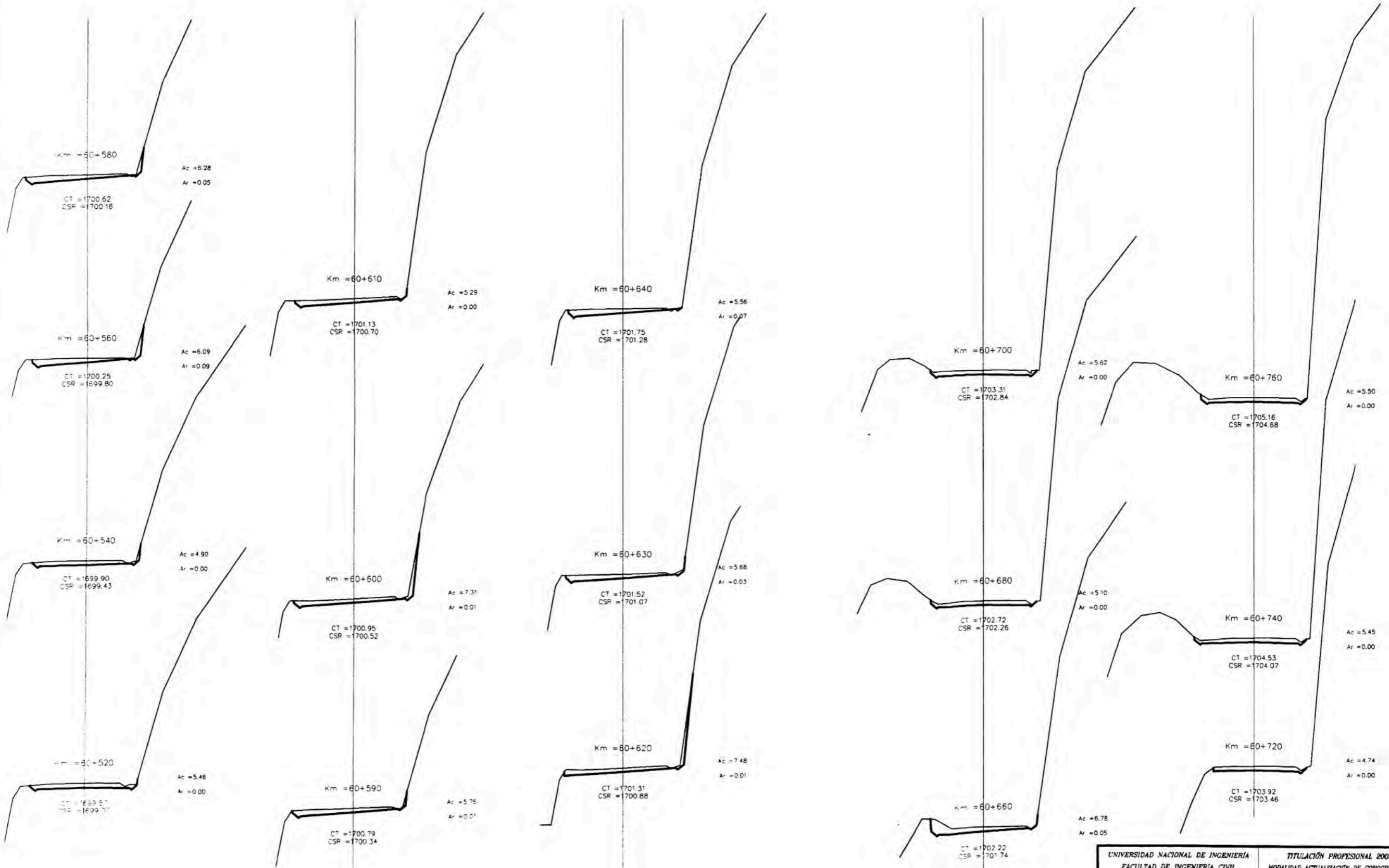
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		TITULACIÓN PROFESIONAL 2005	
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		MODALIDAD ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
PLANO: Secciones Transversales			
KM 59+820 AL KM 60+010			
CARRETERA: COCACACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)			
ALUMNO: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO			
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2008	ESCALA: 1 / 200	ST - 04



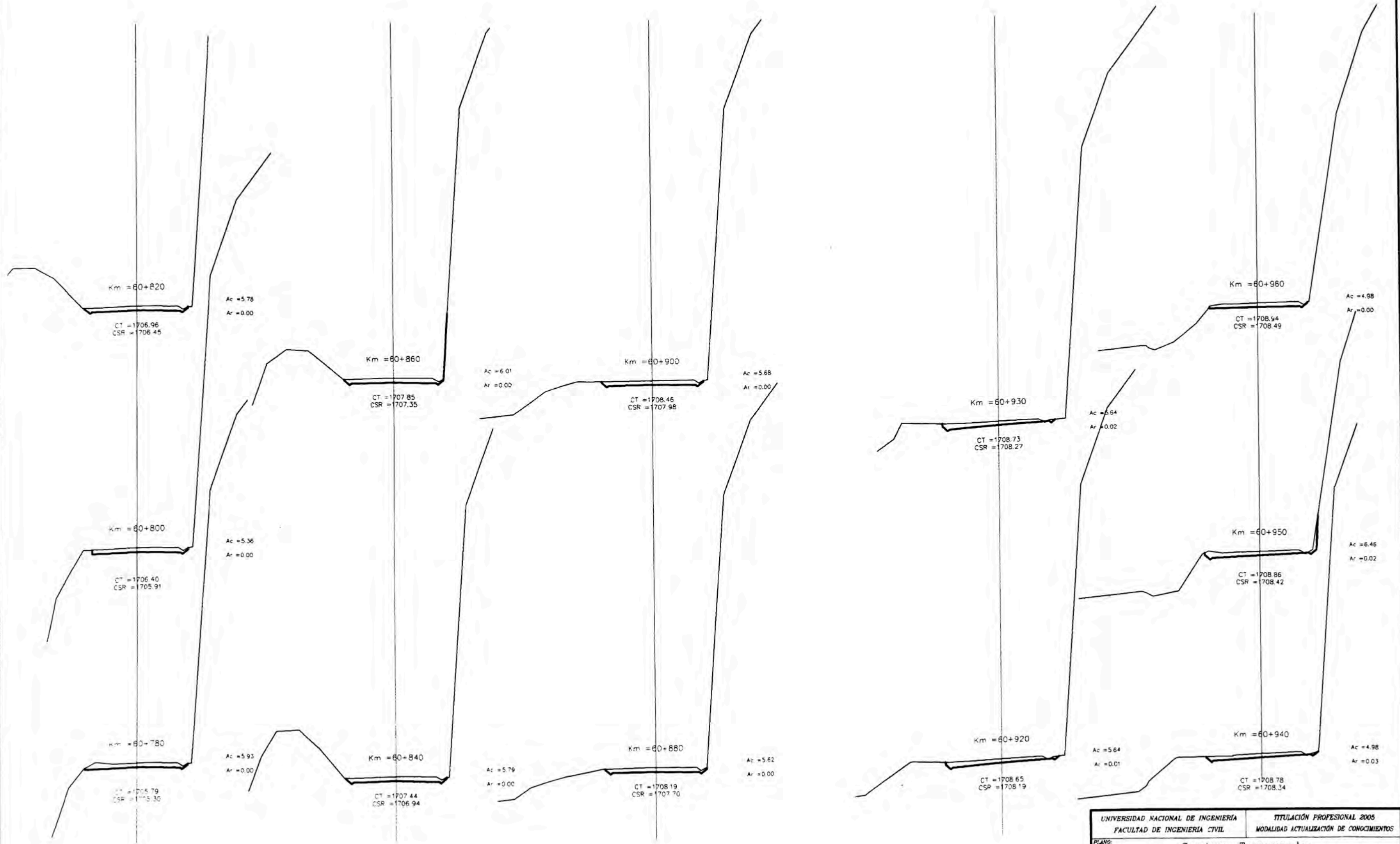
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		TITULACIÓN PROFESIONAL 2005	
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		MODALIDAD ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
PLANO: Secciones Transversales			
KM 60+020 AL KM 60+210			
CARRERA: COCACACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)			
ALUMNO: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO			
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2006	ESCALA: 1 / 200	ST - 05



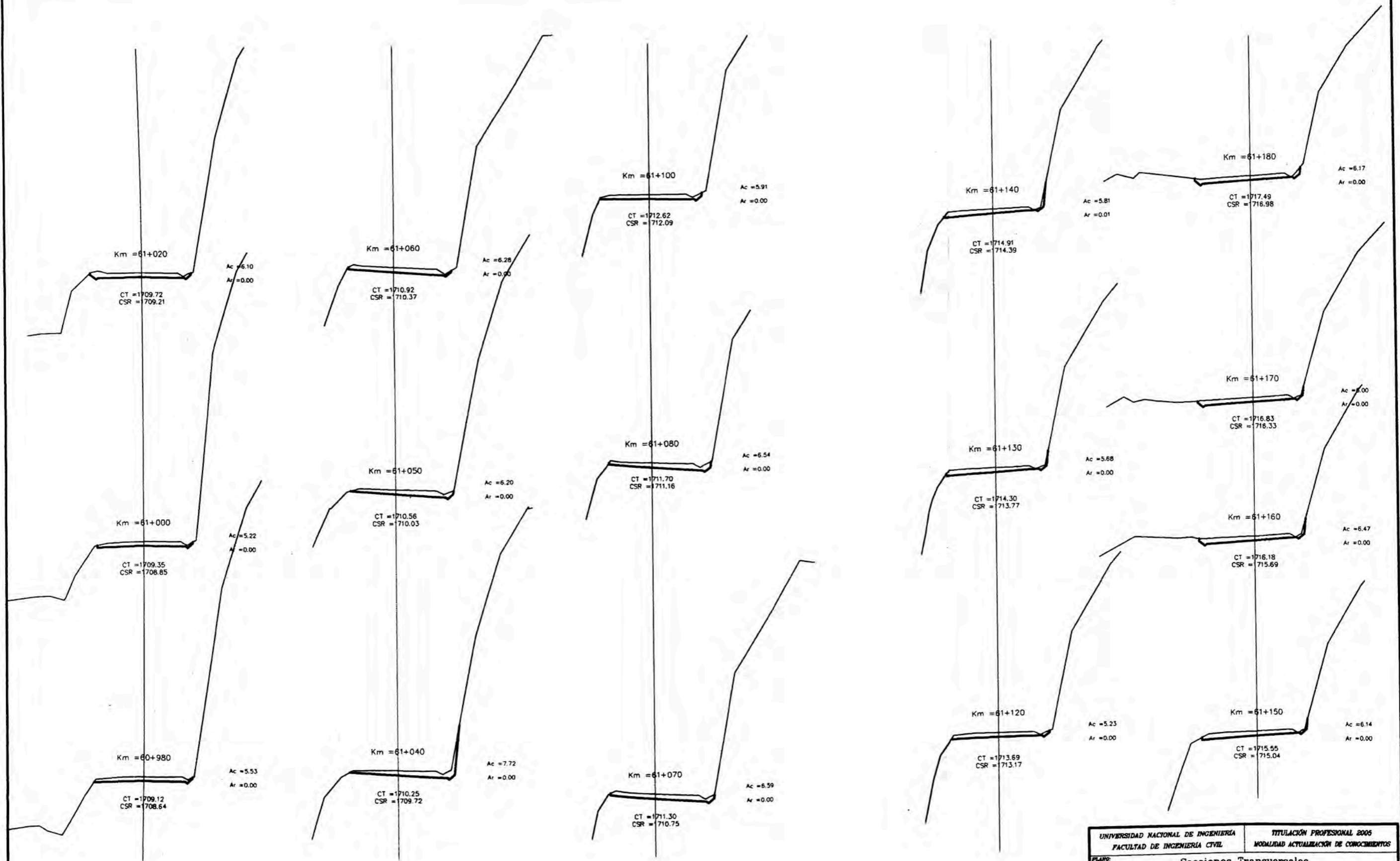
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		TITULACIÓN PROFESIONAL 2005	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		MODALIDAD ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
PLANO: Secciones Transversales			
KM 60+220 AL KM 60+500			
CARRETERA: COCACHACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)			
ALUMNO: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO			
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2006	ESCALA: 1 / 200	ST - 06



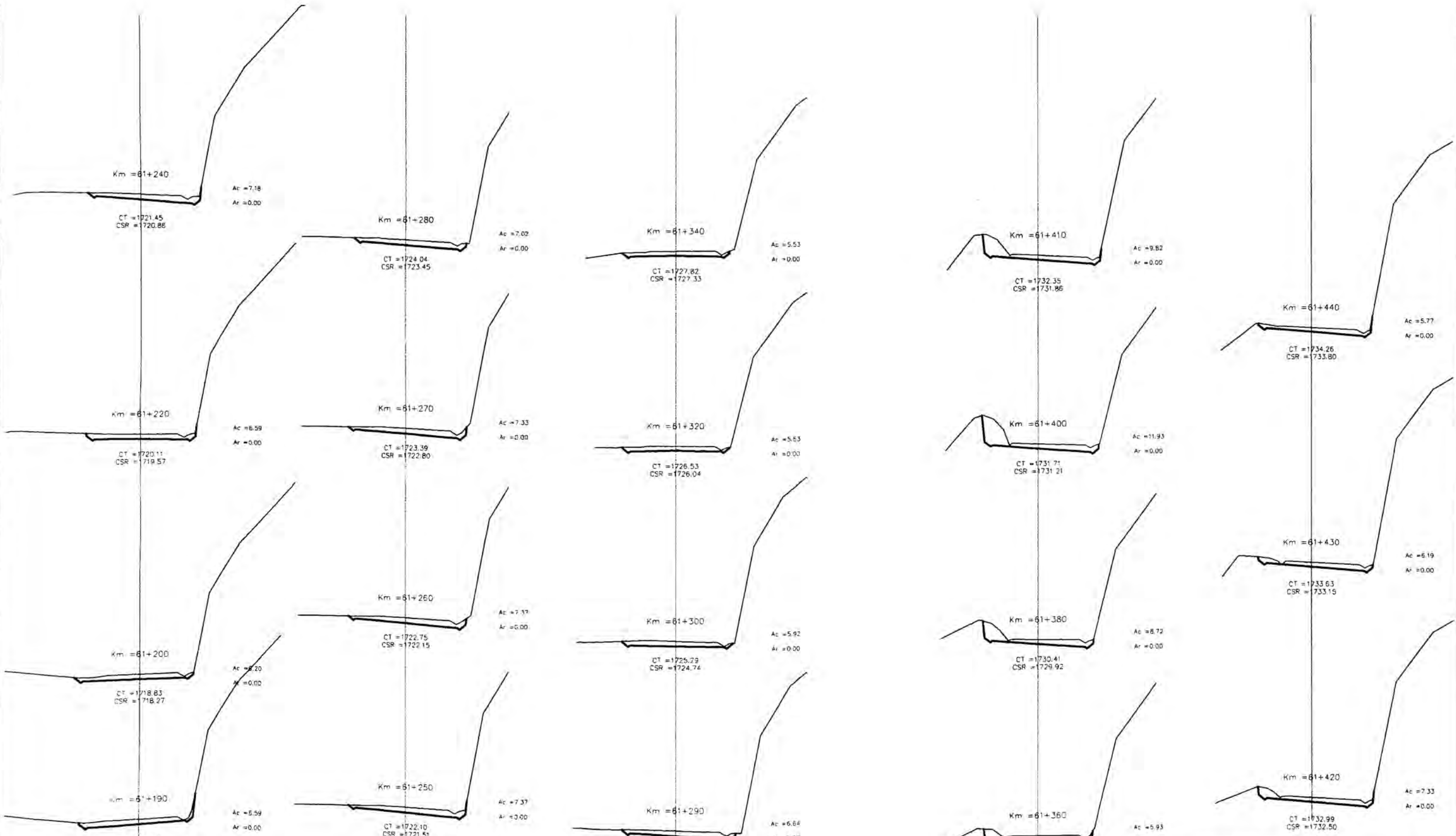
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		TITULACIÓN PROFESIONAL 2005	
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		MODALIDAD ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
PLANO:	Secciones Transversales		
	KM 60+580 AL KM 60+760		
CARRRETERA:	COCACHACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)		
ALUMNO:	Jaime Rubino CORMAN MEDRANO		
GRUPO:	IV	FECHA:	NOV. - 2008
		ESCALA:	1 / 200
			ST - 07



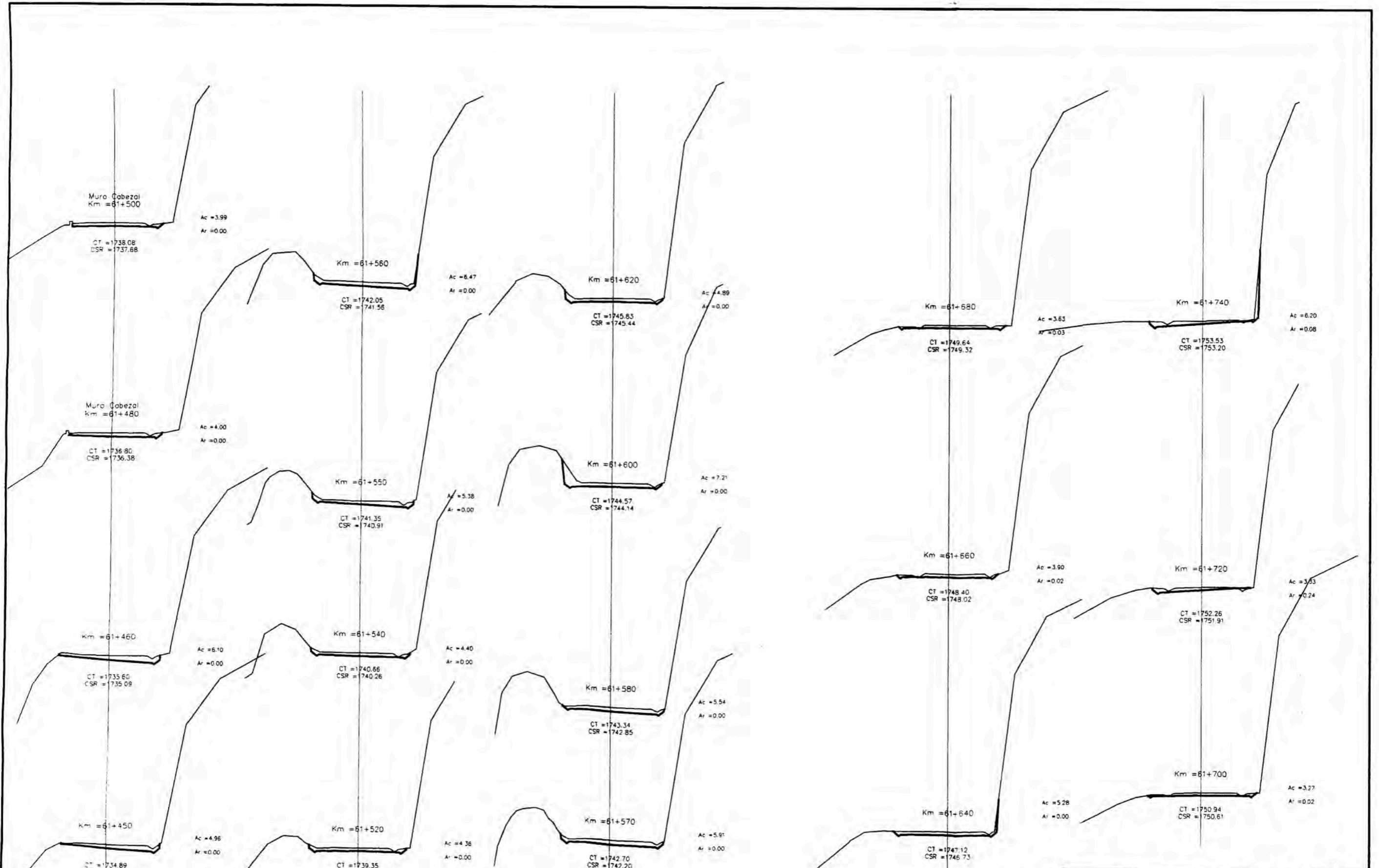
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		TITULACIÓN PROFESIONAL 2005	
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		MODALIDAD ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
PLANO: Secciones Transversales			
KM 60+780 AL KM 60+960			
CARRETERA: COCACHACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)			
ALUMNO: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO			
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2006	ESCALA: 1 / 200	ST - 08



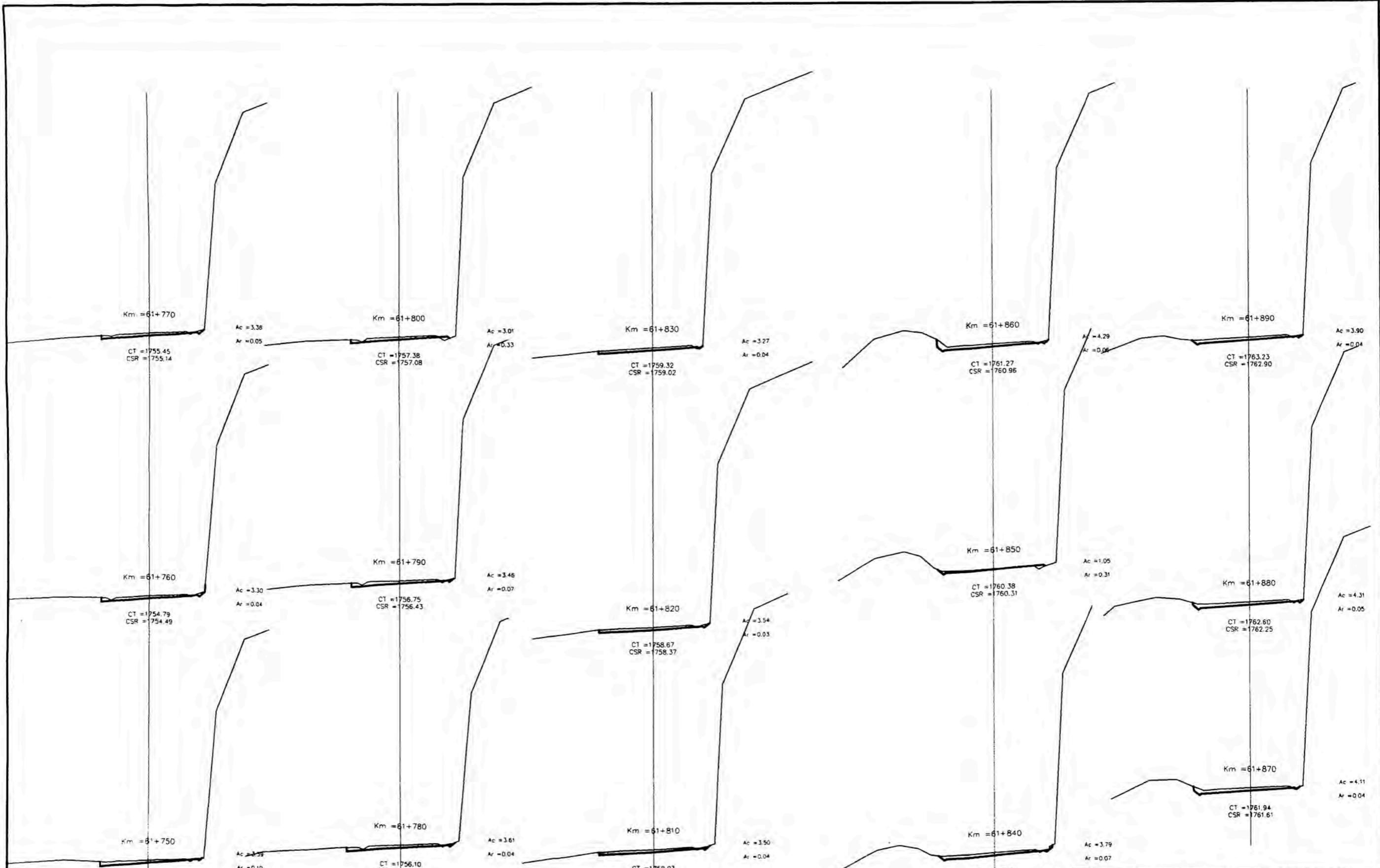
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		TITULACIÓN PROFESIONAL 2005	
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		MODALIDAD ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
PLANO: Secciones Transversales			
CARRERA: COCACHACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)			
ALUMNO: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO			
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2008	ESCALA: 1 / 200	ST - 09



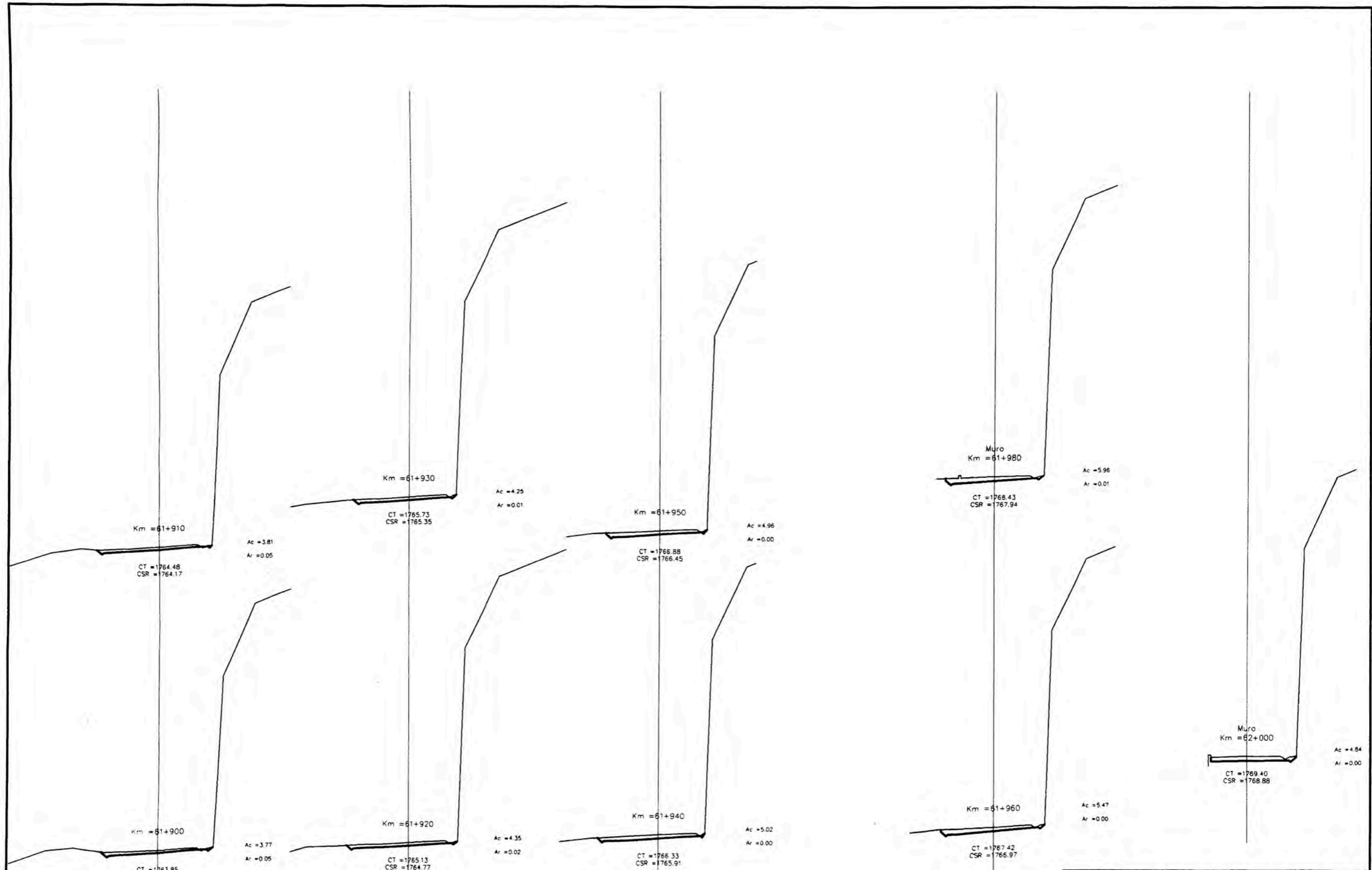
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	TITULACION PROFESIONAL 2005
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	MODALIDAD ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS
PLANO: Secciones Transversales	
KM 61+190 AL KM 61+440	
CARRETERA: COCACHACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)	
ALUMNO: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO	
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2006
	ESCALA: 1 / 200
	ST - 10



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		TITULACIÓN PROFESIONAL 2005	
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		MODALIDAD ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
PLANO: Secciones Transversales			
KM 61+450 AL KM 61+740			
CARRETERA: COCACHACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)			
ALUMNO: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO			
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2008	ESCALA: 1 / 200	ST - 11



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		TITULACIÓN PROFESIONAL 2005	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		MODALIDAD ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
PLANO: Secciones Transversales			
KM 61+750 AL KM 61+890			
CARRERA: COCACHACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)			
AUTOR: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO			
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2006	ESCALA: 1 / 300	ST - 12



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		TITULACIÓN PROFESIONAL 2005	
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		MODALIDAD ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
PLANO: Secciones Transversales			
KM 61+900 AL KM 62+000			
CARRETERA: COCACHACRA - MATUCANA (KM 59+000 - KM 62+000)			
ALUMNO: Jaime Rubino CORMAN MEDRANO			
GRUPO: IV	FECHA: NOV. - 2008	ESCALA: 1 / 200	ST - 13