

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
LABORATORIO INTENSIVO



MANUAL DE LABORATORIO
CURSO: DISEÑO DE CARRETERAS

CATEDRÁTICA: ING. VIVIAN WELCHES

GUATEMALA, PRIMER SEMESTRE 2020

INSTRUCCIONES PARA LLEVAR A CABO EL LABORATORIO

- Presentarse de manera puntual al aula, sino se procederá a bajar a la mitad los puntos de asistencia.
- Se prohíbe comer, beber o fumar dentro del laboratorio o llegar en estado de ebriedad al mismo.
- No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio o distraer a los compañeros.
- El respeto hacia la catedra debe de ser indispensable, si llega a suceder alguna falta de respeto de los alumnos hacia el catedrático se anulará el laboratorio.

NOTA: SI NO TRAE ALGUNO DE LOS ELEMENTOS DESCRITOS ANTERIORMENTE NO PODRA ASISTIR A LA VISITA TÉCNICA.

- Materiales que deben de traer para el laboratorio
 - Hojas en blanco tamaño carta
 - Engrapadora
 - Computadora
 - Calculadora
 - Lapiceros
 - Material para elaboración de maqueta

PONDERACIÓN DEL LABORATORIO

Descripción	Ponderación
Asistencia	2 pts
Puntualidad	2 pts
exámenes cortos (2)	2 pts
Hoja de trabajo (2)	4 pts
Informe final	5 pts

OBERVACIÓN: Los puntos por puntualidad irán disminuyendo después de 15 minutos de haber comenzado la clase, el informe final es de manera INDIVIDUAL, no se aceptarán trabajos iguales y si fuera el caso se anularán ambos, NO SE ACEPTAN TACHONES, CORRECTOR si se realiza a mano, al realizarlo en computadora usar letra Arial, impreso a dos caras y solamente engrapado, el informe debe de ser entregado el viernes.

CONTENIDO PARA EL INFORME:

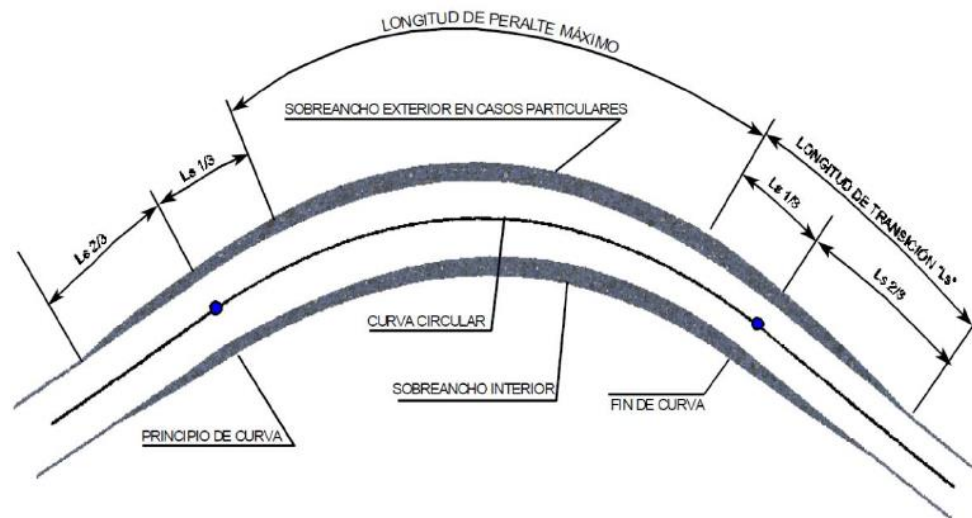
Contenido	Ponderación
Caratula	0 pts
Introducción	20 pts
Resumen	20 pts
Procedimiento	40 pts
Conclusiones	20 pts
TOTAL	100 pts

- A. **Caratula:** Debe de contener la fecha, nombre completo y claro, número de carné, número de sede, nombre de la sede, departamento, clase y semestre.
- B. **Resumen:** Debe responderse las siguientes preguntas: ¿Qué se hizo?, ¿Cómo se hizo?, ¿A qué se llegó?, esto debe de responderse en media página, máximo 1 página.
- C. **Procedimiento:** Este debe de ser de forma clara y concisa, describiendo lo que se hizo ya sea en párrafos o en líneas, sin colocar resultados, no mas de una hoja.
- D. **Conclusiones:** Constituye la parte más importante del reporte. Deben de ser lógicos, claros y sencillos enunciados, debidamente enumerados.

PRACTICA 1

Alineamiento horizontal

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares.



Fuente: *Manual centroamericano de normas 2003*. <http://intercoconnecta.aecid.es/Gestin%20del%20conocimiento/Manual%20Centroamericano%20de%20normas%20para%20el%20dise%C3%B1o%20geométrico%20de%20carreteras%202011.pdf>.

PRACTICA 2 Curvas circulares

En una curva circular, el grado de curvatura es constante. Se le llama grado de curvatura, G , de una curva circular al ángulo central subtendido por una cuerda cuya longitud es la distancia constante definida entre estaciones redondas para los tramos de la curva. El grado máximo de curvatura que puede tener una curva es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con sobreelevación máxima a la velocidad del proyecto.

El grado de curvatura es el ángulo subtendido por un arco de 20 m. Se representa con la letra G .

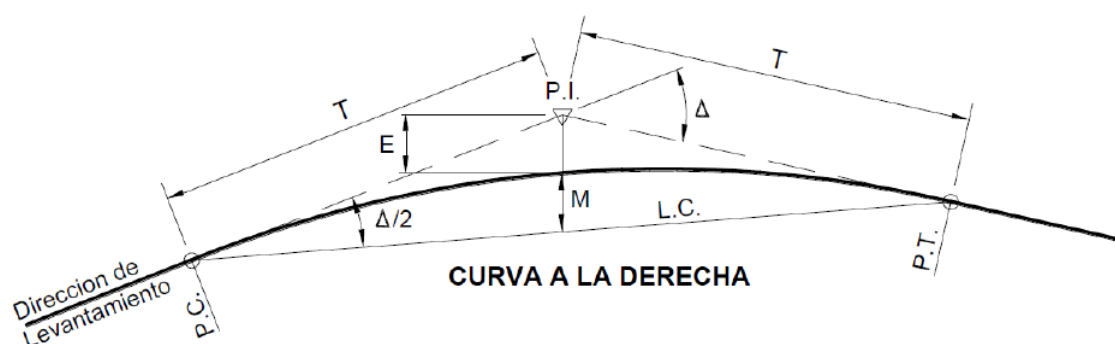
$$\frac{G^\circ}{360^\circ} = \frac{20}{2\pi R}$$

Elementos geométricos de las curvas circulares

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas; conforman la proyección horizontal de las curvas reales o especiales.

Los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares son los siguientes y se deben utilizar sin ninguna modificación.

- P.C. = punto de inicio de la curva.
- P.I. = punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas.
- P.T. = punto de tangencia.
- E = distancia a externa (m).
- M = distancia de la ordenada media (m).
- R = longitud del radio de la curva (m).
- T = longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m).
- L = longitud de la curva (m).
- L.C. = longitud de la cuerda (m).
- Δ = ángulo de deflexión ($^{\circ}$).
- p = peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%).
- Sa = sobrancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m).



Fuente Ministerio de Transportes y Comunicaciones Perú. *Diseño geométrico de carreteras* DG-2,013. p. 136.

Al punto donde se inicia la curva se le conoce como principio de curva (PC) y al punto donde finaliza se le conoce como principio de tangente (PT).

$$PC = PI - St$$

$$PT = PC + Lc$$

- Radio (R): Es el radio de la curva circular y se obtiene de a expresión:

$$R = \frac{1145.9156}{G^\circ}$$

- Ángulo central: es el ángulo subtendido por la curva circular. Se simboliza como Δ . En las curvas circulares simples es igual a la deflexión o cambio de dirección que se da entre las tangentes.

- Longitud de curva (LC): es la distancia desde el PC hasta el PT, medido a lo largo de la curva, según la definición por arco de 20 m. Se representa como L.C.

$$Lc = \frac{20\Delta}{G^\circ}$$

- Subtangente (St): Es la distancia entre el PI y el PC o PT, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa como ST.

$$St = R \tan(\Delta/2)$$

- Externa (E): Es la distancia mínima entre el PI y la curva.

$$E = \frac{R}{\cos(\Delta/2)} - R$$

- Cuerda máxima (Cm): Es la distancia en línea recta desde el PC al PT.

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

Ejemplo:

Cálculo de los elementos geométricos de la curva cuyos datos son los siguientes:

$$\Delta = 13^\circ 31' 02''$$

$$R = 150,00 \text{ m}$$

$$POT = K0+136,24$$

$$Tg1 = 16,5 \text{ m}$$

$$St = 150 \tan\left(\frac{13^\circ 31' 02''}{2}\right) = 17.78 \text{ m}$$

$$G^\circ = \frac{1145.9156}{150} = 7^\circ 38' 21.27''$$

$$E = \frac{150}{\cos\left(\frac{13^{\circ}31'02''}{2}\right)} - 150 = 1.04 \text{ m}$$

$$Lc = \frac{20 * 13^{\circ}31'02''}{7^{\circ}38'21.27''} = 35.39 \text{ m}$$

$$Cm = 2(150) * \sin\left(\frac{13^{\circ}31'02''}{2}\right) = 35.31 \text{ m}$$

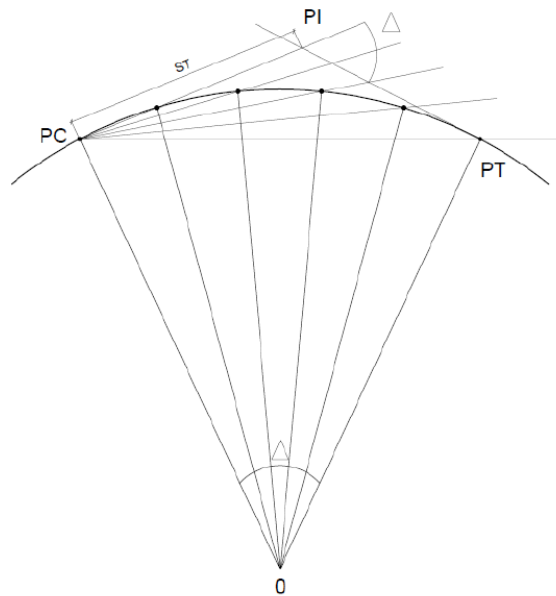
PRACTICA 3

Método de deflexiones para replanteo

El método de deflexiones angulares es uno de los más utilizados en campo. La localización de una curva se hace generalmente por ángulos de deflexión y cuerdas. Los ángulos de deflexión son los ángulos formados por la tangente y cada una de las cuerdas que parten desde el PC a los diferentes puntos donde se colocarán estacas por donde pasará la curva.

El ángulo de deflexión total para la curva formada por la tangente y la cuerda principal será $\Delta/2$. Es recomendable para tener mayor exactitud, trazar la mitad de la curva desde el PC y la otra mitad desde el PT, y así encontrarse en el centro. Para que el trazo se facilite se debe calcular una deflexión unitaria por metro de curva, la cual se obtiene de la siguiente manera:

$$Du = \frac{\Delta/2}{LC}$$



Fuente, Guía actualizada para el curso de vías terrestres 1

Ejemplo:

Dado los siguientes calcule EST de PC, PT y estaciones a cada 20 m para replanteo.

PC = 0+274.96

$\Delta = 50^{\circ}30'$

$G = 12^{\circ}$

LC = 84.17 m

ST = 45.04 m

Como primer paso se debe de calcular el PT:

$$PT = PC + LC = 274.96 + 84.17 = 359.13 \text{ m}$$

En campo se fija el punto de intersección y se medirá la subtangente para fijar el principio de curva. Luego, se ubica en el punto de intersección y se procede a medir la deflexión y la subtangente para fijar el principio de tangete.

$$Du = \frac{\Delta/2}{LC} = \frac{50^{\circ}30'/2}{84.17} = 0^{\circ}17'60''$$

La distancia del PC a la primera estación exacta de 20 se multiplica por el Du y se tendrá la primera deflexión:

$$\begin{aligned} \text{EST (exacta)} - \text{PC} &= 280 - 274.96 = 5.04 \text{ m} \\ \text{Deflexión:} &= (5.04)(0^{\circ}17'60'') = 1^{\circ}30'43'' \end{aligned}$$

Deflexión para estación exacta a cada 20 m:

$$20\text{m} = (20)(0^{\circ}17'60'') = 6^{\circ}$$

$$\text{Última deflexión: PT} - (\text{última estación entera}) = 359.13 - 340 = 19.13 \text{ m}$$

$$\text{Última deflexión} = 19.13 * 0^{\circ}17'60'' = 5^{\circ}44'20''$$

Cuerda:

$$\begin{aligned} C &= 2R * \sin(\text{Deflexión}) \\ R &= \frac{1145.9156}{12^{\circ}} = 95.49 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabla de resultados

Est	Deflexión	Cuerda (m)
0+274.96	0	0
0+280	1°30'43"	5.04
0+300	7°30'43"	24.97
0+320	13°30'43"	44.62
0+340	19°30'43"	63.79
0+359.13	25°15'3"	81.47

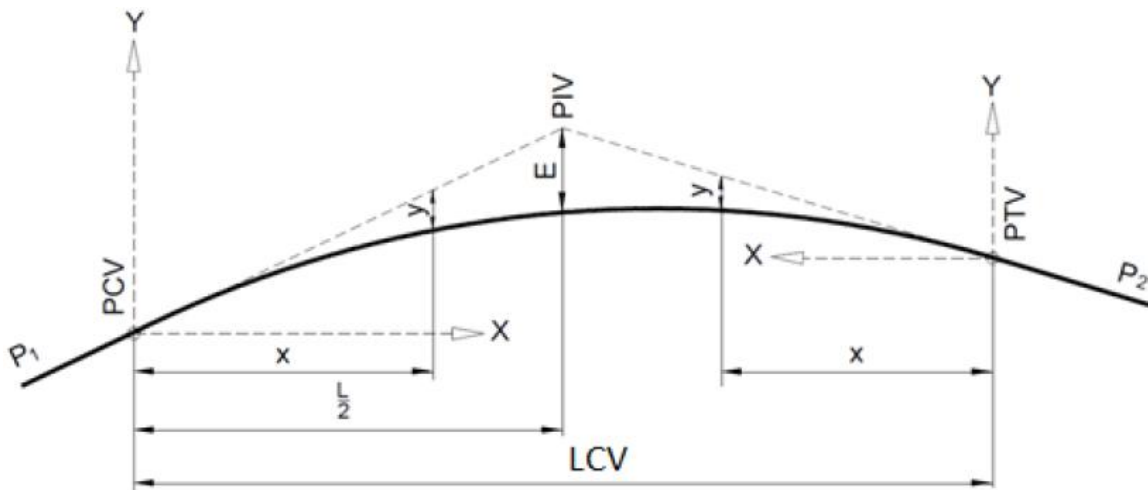
PRACTICA 4

Diseño vertical

Consiste en determinar el perfil de la carretera, es decir, la rasante, de tal forma que proporcione seguridad, comodidad y buena apariencia. La rasante está constituida a semejanza del diseño horizontal por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales generalmente parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes.

Curvas verticales simétricas: La curva vertical tiene por objetivo suavizar los cambios en el movimiento vertical. En su longitud se ha de efectuar el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la apariencia y característica de drenaje adecuado.

Su función principal es servir de enlace entre dos tangentes o alineamientos verticales, para que a través de ellas se desarrolle el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida.



Fuente Ministerio de Transportes y Comunicaciones Perú. Diseño geométrico de carreteras

Donde:

- PCV: Principio de la curva vertical
- PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales
- PTV: Término de la curva vertical
- LCV: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros.
- S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje
- S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje

- A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje

$$A = |S1 - S2|$$

- E: External , ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros, se determina con la siguiente ecuación:

$$E = \frac{A X L}{800}$$

- X: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.
- Y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical se determina con la siguiente ecuación:

$$Y = X^2 \left(\frac{A}{200 * LCV} \right)$$

NOTA: Si se aplican las ecuaciones anteriores, el valor de "E" tendrá el signo de la corrección. Colocar la corrección en las hojas de movimiento de tierra con su signo.

Se efectúa el cálculo de la subrasante corregida, se suma algebraicamente la subrasante con las correcciones de curva vertical.

Ejemplo:

Calcular las elevaciones de la rasante en las estaciones de 10 metros de la siguiente curva vertical simétrica con las siguientes características:

(rasante) Cota PIV: 3250.50

EST PIV: 02+640

S1: 5%

S2: -3%

L= 140

Solución

$$A = |S2 - S1| = -3 - 5 = -8$$

Para X= 10 m

$$Y = X^2 \left(\frac{A}{200 * LCV} \right)$$

$$Y = 10^2 \left(\frac{-8}{200 * 140} \right) = -0.0285 m$$

Determinar PCV Y PTV

$$PCV = EST\ PIV - \left(\frac{LCV}{2}\right) = 02 + 640 - \left(\frac{140}{2}\right) = 02 + 570$$

$$PTV = EST\ PIV + \left(\frac{LCV}{2}\right) = 02 + 640 + \left(\frac{140}{2}\right) = 02 + 710$$

Elevación:

Elevación PCV: Elevación PIV $-(LCV/2) * S1$

Elevación PTV: Elevación PIV $-(LCV/2) * S2$

Determinar Subrasante:

Elevación 1:

$$Elev: rasante - S1\%(Est_{rasante} - Est_{trabajada})$$

$$Elev: 3250.50 - 5\%(640 - 570) = 3247$$

Rasante Corregida: elevación + corrección

$$Rasante\ corregida = 3247.50 + (-0.0286) = 3247.4714$$

Est	Pendiente	Rasante (Elevación)	X (m)	Corrección (Y)	Rasante corregida
02+570	5	3247	0	0	3247
02+580	5	3247.50	10	-0.0286	3247.4714
02+590	5	3248	20	-0.114	3247.8857
02+600	5	3248.5	30	-0.257	3248.2429
02+610	5	3249.0	40	-0.457	3248.5429
02+620	5	3249.5	50	-0.714	3248.7857
02+630	5	2350	60	-1.029	3248.9714
02+640	-----	3250.50	70	-1.400	3249.1000
02+650	-3	3250.2	80	-1.029	3249.1714
02+660	-3	3249.9	90	-0.714	3249.1857
02+670	-3	3249.6	100	-0.457	3249.1429
02+680	-3	3249.3	110	-0.257	3249.0429
02+690	-3	3249	120	-0.114	3248.8857
02+700	-3	3248.7	130	-0.0286	3248.6714
02+710	-3	3248.4	140	0	3248.4000

