



## UNIVERSIDAD DE SUCRE

FACULTAD DE INGENIERÍA – DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

ASIGNATURA: VÍAS I

DOCENTE: LUIS MIGUEL CONTRERAS BENITEZ

GUÍA DE PRÁCTICA N.º 3: TRAZADO Y REPLANTEO DE UNA CURVA ESPIRALIZADA

### 1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar en campo el trazado y replanteo de una curva espiralizada mediante el método de deflexiones y cuerdas, utilizando instrumentos topográficos y aplicando los fundamentos del diseño geométrico vial, con el fin de fortalecer las competencias prácticas y analíticas del estudiante en la ejecución de obras viales.

### 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Aplicar el método de deflexiones y cuerdas para el trazado y replanteo de una curva espiralizada, asegurando la precisión y coherencia con los parámetros geométricos del diseño.
2. Identificar y materializar los puntos característicos de la curva (PI, TE, EC, CE y ET) mediante el uso adecuado de instrumentos topográficos durante el trabajo de campo.
3. Evaluar la exactitud del replanteo a través del control de errores angulares y lineales, fortaleciendo las competencias técnicas del estudiante en actividades prácticas de topografía vial

### 3. FUNDAMENTO TEÓRICO

Cuando un vehículo pasa de una tangente a una curva circular, experimenta una fuerza centrífuga que actúa radialmente hacia el exterior. Si esta fuerza se produce de forma abrupta, compromete la comodidad y seguridad del usuario.

Para mitigar ese efecto, se emplean curvas de transición o espirales, cuya curvatura aumenta progresivamente desde el infinito (en la tangente) hasta el valor del radio de la curva circular.

Entre las curvas de transición más utilizadas se encuentran la Espiral Cúbica, la Lemniscata de Bernoulli, la Parábola Cúbica y la Clotoide o Espiral de Euler, siendo esta última la más aplicada en carreteras modernas, por su adaptación natural al movimiento del vehículo.

La espiral cumple también una función constructiva, ya que permite la transición progresiva del bombeo normal al peralte máximo, garantizando estabilidad y drenaje adecuado en la vía.

#### Puntos característicos de la curva espiralizada:

PI: Punto de intersección de las tangentes.

TE: Tangente–Espiral: inicio de la espiral de entrada.

EC: Espiral–Circular: final de la espiral de entrada e inicio de la curva circular.



CE: Circular–Espiral: final de la curva circular e inicio de la espiral de salida.

ET: Espiral–Tangente: final de la espiral de salida e inicio de la tangente final.

#### 4. PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Ubicación del punto PI: Seleccionar y materializar el punto de intersección de tangentes (PI), asegurando que todos los elementos calculados de la curva espiralizada puedan ser replanteados en campo sin interferencias topográficas ni limitaciones de espacio.
2. Instalación inicial del equipo: Centrar y nivelar el teodolito sobre el PI. En dirección contraria al abscisado, medir la tangente de la espiral (Te) y materializar el punto TE con estaca y puntilla.
3. Determinación del Ple: Desde el TE, medir hacia el PI la tangente larga (TI) y ubicar el Ple (punto de intersección de la espiral de entrada). Ambos puntos —TE y Ple— deben quedar claramente marcados con estaca y puntilla.
4. Orientación del instrumento: Con el teodolito aún centrado en el PI, orientar la visual en el sentido del abscisado y marcar la deflexión principal, que servirá de referencia para el desarrollo del trazado.
5. Ubicación del punto ET: Desde el PI, medir nuevamente el valor de la tangente de la espiral (Te), esta vez en el sentido del abscisado, y materializar el punto ET.
6. Control adicional: Localizar y materializar también el Ple de la espiral de salida, con el fin de establecer un control adicional de la geometría del trazado.
7. Método de replanteo: La curva puede ser localizada iniciando desde el TE o desde el ET. En caso de condiciones adversas de terreno, el método de deflexiones y cuerdas puede complementarse con el método de abscisas y ordenadas sobre las tangentes. A continuación, se describe el procedimiento estándar partiendo desde el TE.
8. Inicio del trazado desde el TE: Centrar y nivelar nuevamente el teodolito sobre el TE, orientar la visual hacia el PI y colocar el círculo horizontal en ceros.
9. Marcación de puntos sobre la espiral: A partir del TE, marcar las deflexiones y sus distancias correspondientes según la cartera de replanteo, de manera similar al procedimiento empleado en la curva circular simple.
  - Para el primer punto, marcar la primera deflexión, medir la subcuerda correspondiente y materializar el punto con estaca.
  - Para el segundo y los siguientes puntos, marcar las deflexiones sucesivas y medir, desde el punto anterior, una distancia igual a la cuerda unidad seleccionada.
10. Localización del punto EC: Continuar el procedimiento hasta alcanzar el punto EC, el cual debe materializarse con estaca y puntilla.
11. Cambio de estación: Trasladar el teodolito al EC, orientar la visual hacia el PI y colocar nuevamente el círculo en ceros.
12. Transición a la curva circular: Girar el instrumento  $180^\circ$  (transitar el teodolito). En esta posición, la visual quedará tangente tanto a la espiral como a la curva circular, quedando lista para el replanteo de la curva circular central.
13. Trazado de la curva circular: Localizar la curva circular central siguiendo el procedimiento utilizado en la práctica anterior, hasta llegar al punto CE, cuya deflexión debe corresponder a la mitad del ángulo central ( $\Delta_c/2$ ). En esta analogía, el EC equivale al punto PC, y el CE al punto PT de una curva circular simple.
14. Trazado de la espiral de salida: Instalar el teodolito en el ET y repetir el mismo procedimiento de deflexiones utilizado en la espiral de entrada, hasta alcanzar el punto CE, materializando todos los puntos intermedios según los valores calculados.



15. Verificación de cierres: Una vez completado el replanteo, calcular los errores de cierre angular y lineal, aplicando los mismos criterios empleados para una curva circular simple.
16. Comprobación final: Verificar las tangentes cortas y largas obtenidas en campo, comparándolas con los valores teóricos previamente calculados. Cualquier diferencia significativa deberá ser analizada y ajustada antes de considerar el trazado como concluido.

## 5. PROCEDIMIENTO DE OFICINA

Antes del trabajo de campo, calcular los elementos geométricos de la curva espiralizada:

- Longitud de espiral ( $L_s$ )
- Tangentes ( $T_e$  y  $T_l$ )
- Deflexiones parciales y totales
- Coordenadas o abscisas y ordenadas
- Longitud total y radios

Registrar estos valores en una cartera de replanteo. Tras la práctica, elaborar el plano de la curva y comparar los valores teóricos con los medidos.

## 6. EQUIPOS Y MATERIALES

Suministrados por la Universidad:

1. Teodolito o estación total.
2. Dos jalones.
3. Plomada.
4. Cinta métrica (20–50 m).

Suministrados por el estudiante:

1. 15 estacas (30 cm) y 5 estacas cortas (10–15 cm).
2. 10 puntillas.
3. Planillero o bitácora de campo.
4. Carteras y planos de replanteo.
5. Elementos de protección personal: casco, chaleco reflectivo y botas.

## 7. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD Y CALIDAD

- Mantener comunicación constante con el equipo.
- Asegurar la estabilidad del trípode.
- Registrar observaciones en la bitácora.
- Revisar la precisión del instrumento antes y después del uso.



## 8. DURACIÓN DE LA PRÁCTICA

Duración estimada: Cuatro (4) horas, con participación completa del equipo y cálculos previos realizados.

## 9. ENTREGA DEL INFORME

El informe debe entregarse una semana después del trabajo de campo e incluir:

1. Portada institucional.
2. Introducción y objetivos.
3. Fundamento teórico.
4. Procedimiento de campo y oficina.
5. Resultados y cálculos.
6. Análisis de errores.
7. Conclusiones y recomendaciones.
8. Anexos: plano y cartera de replanteo (físico y digital).

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Cárdenas Grisales, J. (2005). Diseño Geométrico de Carreteras. ECOE Ediciones.
- Bravo, P. E. Trazado y Localización de Carreteras. Editorial Carvajal.
- Ministerio de Transporte. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.
- Chocontá Rojas, P. Diseño Geométrico de Vías. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Wolf, P. & Brinker, R. Topografía. Alfaomega Grupo Editor.

## 11. CUESTIONARIO PARA EL INFORME

1. Analice la función geométrica de la curva espiralizada en la transición entre una tangente y una curva circular. Explique, desde el punto de vista del diseño y del trazado, cómo la variación progresiva del radio influye en la seguridad y en el comportamiento dinámico del vehículo.
2. Justifique la elección del método de deflexiones y cuerdas para el replanteo de una curva espiralizada. Compare sus ventajas y limitaciones frente al uso del método de coordenadas (abscisas y ordenadas) en términos de precisión, facilidad operativa y control geométrico.
3. Durante la ejecución en campo, la precisión angular y lineal es determinante. Analice las principales fuentes de error asociadas al uso del teodolito y la medición con cinta en el trazado de curvas, e indique procedimientos concretos para detectar y corregir dichos errores.
4. El cierre angular y lineal es un indicador de la calidad del replanteo. Describa el procedimiento para determinar ambos tipos de cierre en una curva espiralizada y explique cómo interpretar los resultados para decidir si el trazado es aceptable o requiere ajuste.
5. El diseño y trazado de una curva espiralizada implica la interacción entre elementos teóricos y condiciones reales del terreno. Evalúe cómo la topografía del lugar, la accesibilidad y las condiciones del punto de intersección (PI) pueden modificar la metodología de replanteo o exigir adaptaciones al procedimiento ideal descrito en la guía.