



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE

REPLANTEO DE CURVAS HORIZONTALES

REVUELTAS

Apunte de cátedra revisado y actualizado por:

Ing. M. Alejandra Ferreyra
Ing. Sabina Fanelli

AÑO 2018

1. REPLANTEO DE CURVAS HORIZONTALES

1.1. Introducción

Para las tareas de replanteo del eje de proyecto del camino sobre el terreno, a lo largo de las curvas horizontales es necesario replantear como mínimo sus puntos característicos, es decir, los puntos TE, EC, CC, CE y ET en el caso de curvas con espiral de transición, y los puntos TC, CC y CT para curvas circulares sin transición.

Puede ser necesario también replantear puntos intermedios, ya sean dentro de la curva espiral, o en la porción circular de la curva.

Todos los parámetros necesarios para dicho replanteo han sido deducidos y su formulación teórica puede consultarse en el apunte de cátedra "Alineamiento Vial Planimétrico".

Las tareas de replanteo incluyen la medición de ángulos y distancias. Para ello se pueden emplear diferentes tipos de equipos:

- Medición de ángulos: teodolito, estación total
- Medición de distancia: cinta métrica.

1.2. Curvas horizontales con transición

1.2.1. Replanteo de TE

Para el replanteo del punto TE es necesario estacionar el equipo en el vértice, visar con el mismo el vértice anterior o un punto de línea (PL) y sobre la dirección así determinada se mide el valor de la tangente T_e desde la estación. El punto ubicado de esta manera se materializa por medio de una estaca grabada con las letras TE.

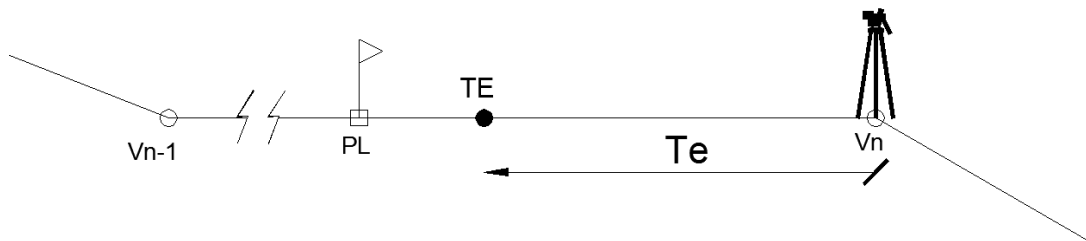


Fig. 1: Replanteo del punto TE

1.2.2. Replanteo de EC y CE

Los puntos EC y CE pueden ubicarse por varios métodos que se explican a continuación.

a) Por coordenadas

El origen de coordenadas está ubicado en el punto TE, el eje de abscisas coincide con la tangente principal y el eje de ordenadas es normal a ella.

Método operativo: con el equipo posicionado en el vértice, o en el punto TE, se visa otro punto perteneciente al mismo alineamiento (vértice anterior, punto de línea, TE). Sobre la dirección obtenida se mide a partir del punto TE el valor de x_c , desde ese punto se levanta una normal con escuadra óptica, midiéndose el valor de y_c sobre la misma, quedando así ubicado el punto EC que se materializa con una estaca con dichas iniciales.

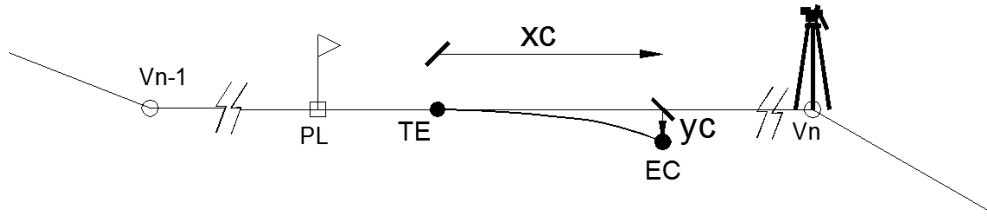


Fig. 2: Replanteo del punto EC por coordenadas

b) Por las tangentes de la espiral

En este método es necesario ubicarse con el equipo en la intersección de las tangentes de la espiral (corta y larga), punto que se encuentra sobre la tangente principal a una distancia TL del punto TE.

En consecuencia el primer paso es ubicar el punto de intersección de las tangentes de la espiral, para lo cual desde el vértice y visual hacia el vértice anterior se mide el valor de la tangente larga TL, desde el punto TE sobre el alineamiento obtenido, materializando el punto P así determinado.

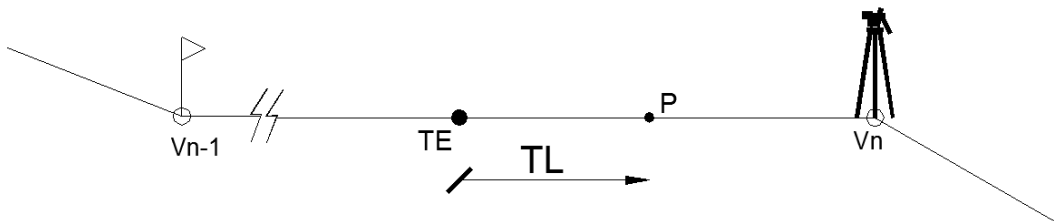


Fig. 3: Replanteo del punto EC por las tangentes de la espiral de EC (paso 1)

En el segundo paso, con estación en el punto P anteriormente determinado, se visa el vértice y a partir de esa dirección se replantea un ángulo igual a θ_e . Sobre esta dirección se mide el valor de la tangente corta TC, obteniéndose el punto EC.

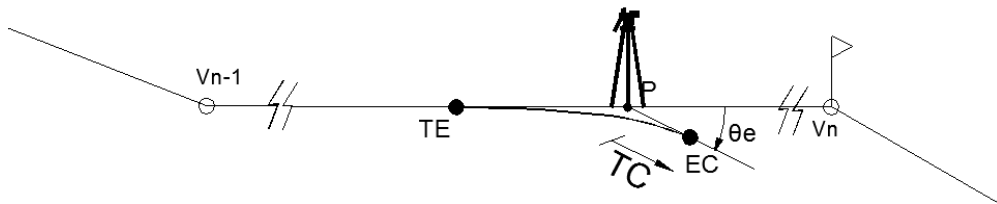


Fig. 4: Replanteo del punto EC por las tangentes de la espiral (paso 2)

c) Por la cuerda larga

Para el replanteo del punto EC por este método es necesario ubicar el equipo en el punto TE y mantener la visual hacia el vértice. A partir de esa dirección se replantea un ángulo igual a ϕ_e .

Sobre esta nueva dirección se mide la distancia de la cuerda larga CL, materializándose el punto obtenido.

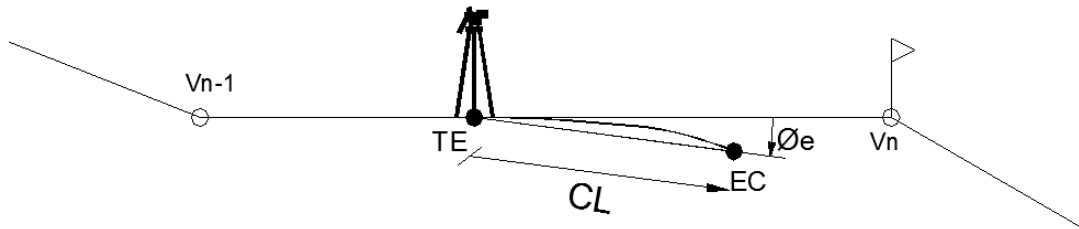


Fig. 5: Replanteo del punto EC por la cuerda larga de EC

Para el replanteo del punto CE por cualquiera de los tres métodos descritos se sigue la misma metodología, en forma simétrica.

1.2.3. Replanteo de CC

Para ubicar el punto del centro de la curva circular es necesario estacionar el equipo en el vértice, visar otro vértice (anterior o posterior) o punto de línea. A partir de la dirección de dicha visual se replantea un ángulo igual a la mitad del ángulo interno de la curva ($90^\circ - \Delta/2$).

Sobre esta nueva dirección se mide, a partir del vértice, el valor de la externa Ee , materializando en el terreno el punto CC.

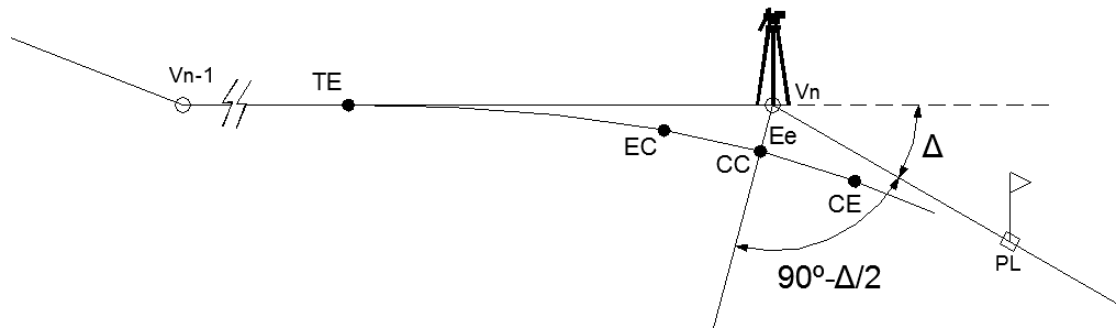


Fig. 6: Replanteo del punto CC

1.2.4. Replanteo de puntos intermedios de la espiral

La ubicación de puntos intermedios de la espiral puede realizarse por dos métodos.

a) Por ángulos de deflexión para puntos equidistantes

Por este método puede replantearse la curva espiral, ubicando puntos equidistantes entre sí, a una distancia igual a $Le/10$, por medio de ángulos de deflexión ϕ .

Método operativo: se debe ubicar el equipo en el punto TE y dirigir la visual hacia el vértice, a partir de esa dirección base se replantea el ángulo de deflexión para el primer punto ϕ_1 , sobre esa nueva dirección y a partir de la estación un operador mide con la distancia $Le/10$ ubicando así el primer punto (P1).

Para ubicar el segundo punto se replantea el ángulo de deflexión correspondiente al mismo (ϕ_2) a partir de la tangente principal; el operador con una ficha clavada en P1 se mueve con la cinta con un valor $Le/10$ hasta interceptar la visual del aparato determinada

por el ángulo de deflexión ϕ_2 dada desde la estación por el operador del equipo, ubicando el segundo punto P2; y así sucesivamente para el resto de los puntos.

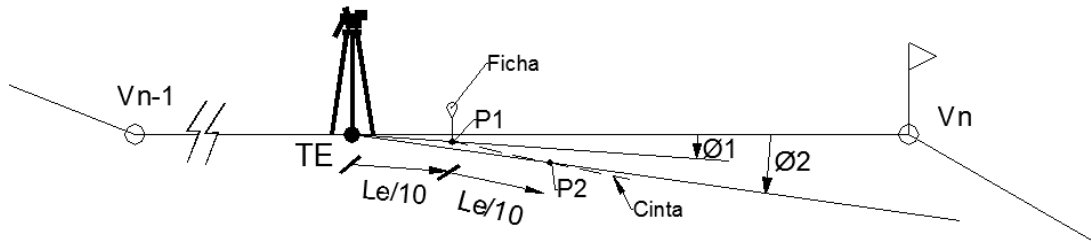


Fig. 7: Replanteo de puntos intermedios de la espiral por ángulos de deflexión

b) Por coordenadas

Para replantear una transición por coordenadas con origen en el punto TE, se miden las abscisas a lo largo de la tangente principal y las ordenadas normales a la misma.

Para replantear un punto intermedio de la espiral ubicado a una distancia L sobre la espiral, medida desde el punto TE, se calculan sus coordenadas X e Y.

El replanteo en el terreno se realiza con estación en el punto TE y visual del aparato hacia el vértice. En esa dirección se mide la distancia X a partir del punto TE.

A partir del punto ubicado se levanta una normal a la tangente principal mediante escuadra óptica, sobre la cual se mide el valor de la ordenada Y, quedando determinado de esta manera el punto sobre la espiral de coordenadas X e Y y a una distancia L del punto TE.

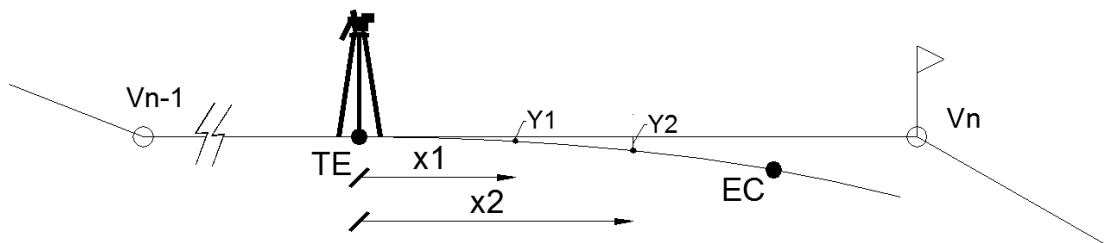


Fig. 8: Replanteo de puntos intermedios de la espiral por coordenadas

1.2.5. Replanteo de puntos intermedios de la porción circular

a) Por ángulos de deflexión

Para el replanteo por este método es necesario hacer estación en el punto EC, ubicado por cualquiera de los métodos descriptos.

Se replantean puntos de la curva dividida en arcos de igual cuerda de longitud prefijada, mediante ángulos de deflexión medidos a partir de la tangente común a la espiral y circular (tangente corta).

Método operativo: primero se debe materializar la tangente común, la que queda determinada por el punto EC (ya ubicado) y el punto de intersección de las tangentes de la espiral que se ubica de acuerdo al apartado b) del título 1.2.2. **Replanteo de EC y CE.**

Luego con estación en EC se visa el punto intersección de las tangentes, dando vuelta de campana queda determinada la línea base a partir de la cual se replantean los ángulos de deflexión correspondientes para cada punto.

Para ubicar el primer punto se replantea el ángulo ϕ , sobre esa dirección y a partir del punto EC, se mide el valor C de la cuerda prefijada, ubicando el punto C1. Para el segundo punto se replantea el ángulo 2ϕ , ubicando el punto C2 y así sucesivamente.

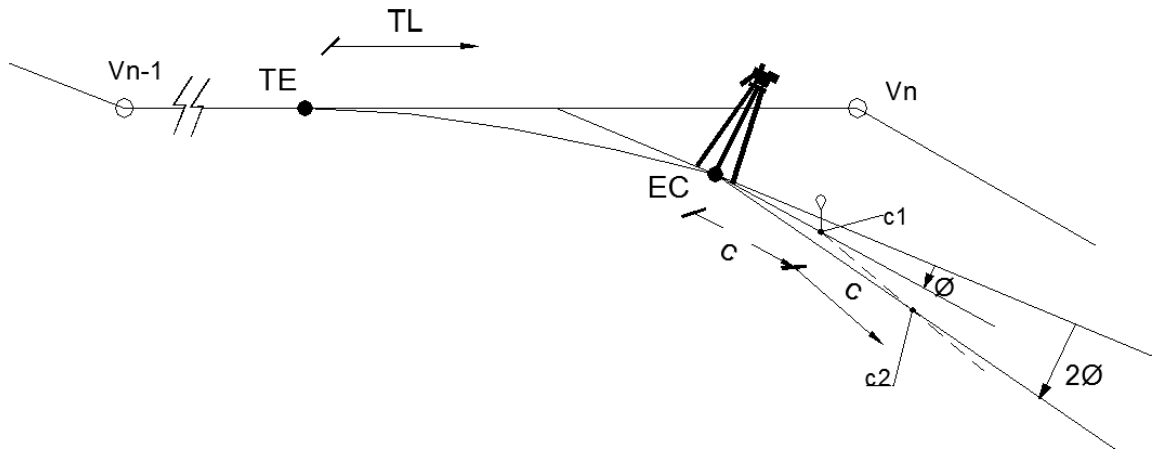


Fig. 9: Replanteo de puntos intermedios de la porción circular por ángulos de deflexión

b) Por coordenadas

- Con origen en el punto EC

El eje de abscisas coincide con la tangente común y las ordenadas normales a ella.

Para replantear un punto intermedio de la curva circular ubicado a una distancia L sobre la curva, medidos desde el punto EC, se utilizan sus coordenadas x e y.

En el campo se procede de la siguiente manera para el replanteo por este método: primero se debe tener la visual del equipo según la tangente común para lo cual se procede de acuerdo a lo expresado en el cuarto párrafo del apartado a) del título 1.2.5. **Replanteo de puntos intermedios de la porción circular.**

Luego, según esa dirección se mide el valor de x desde la estación; desde el punto así ubicado se levanta una normal a la tangente común con escuadra óptica sobre la cual se mide el valor de la ordenada y, quedando determinado así el punto deseado.

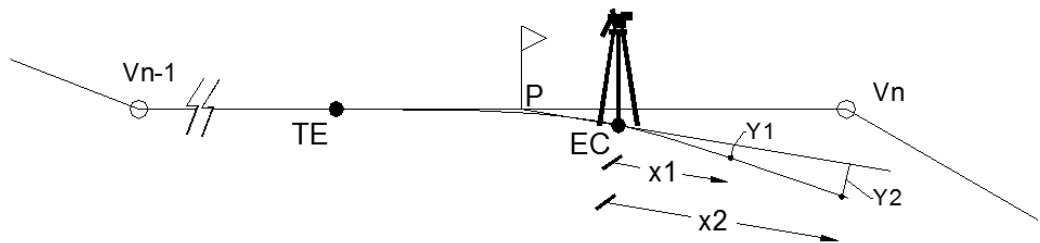


Fig. 10: Replanteo de puntos intermedios de la porción circular por coordenadas, con origen en EC

- Con origen en el punto CC

En este caso el eje de abscisas coincide con la tangente al punto CC y el de ordenadas es normal a la misma.

El primer paso para replantear es estacionar el equipo en el punto CC, visar el vértice y provocar un ángulo de 90° . De esta manera la visual materializa la tangente sobre la cual se mide el valor de x a partir del CC, desde ese punto se levanta una normal con escuadra óptica y se mide el valor de y , quedando definido el punto sobre la curva circular.

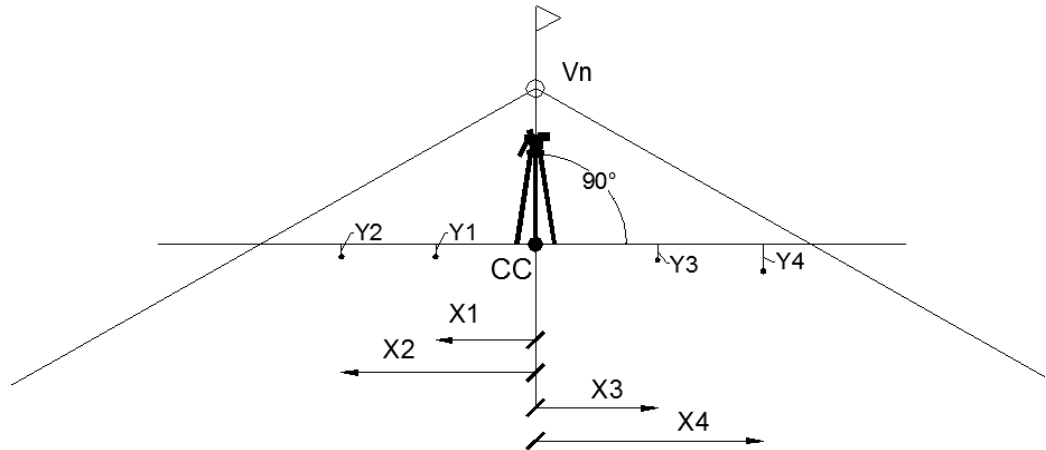


Fig. 11: Replanteo de puntos intermedios de la porción circular por coordenadas, con origen en CC

Este método tiene la ventaja que permite replantear la porción circular desde una sola estación, además de no necesitar de puntos auxiliares ya que solo se basa en los puntos CC y vértice.

1.3. Curvas horizontales circulares sin transición

1.3.1. Replanteo de TC y CT

El método es similar al explicado en 1.2.1. **Replanteo de TE.**

1.3.2. Replanteo de CC

Se utiliza el mismo método de replanteo que para el CC de curvas con transición descrito en el apartado 1.2.3. **Replanteo de CC.**

1.3.3. Replanteo de puntos intermedios

a) Por ángulos de deflexión

Con estación en el punto TC se miden los ángulos de deflexión respecto de la tangente principal, utilizando el mismo procedimiento explicado en el apartado a) del título 1.2.5. **Replanteo de puntos intermedios de la porción circular.**

b) Por coordenadas

- Desde TC

El origen de coordenadas coincide con el punto TC midiéndose las abscisas sobre la tangente principal y las ordenadas normales a ella.

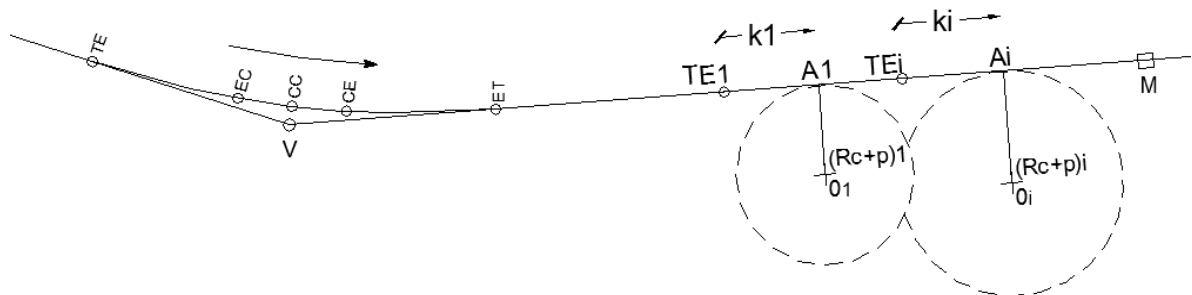
- Desde CC

Idem a lo explicado en el apartado b) del título 1.2.5. **Replanteo de puntos intermedios de la porción circular, con origen en el CC.**

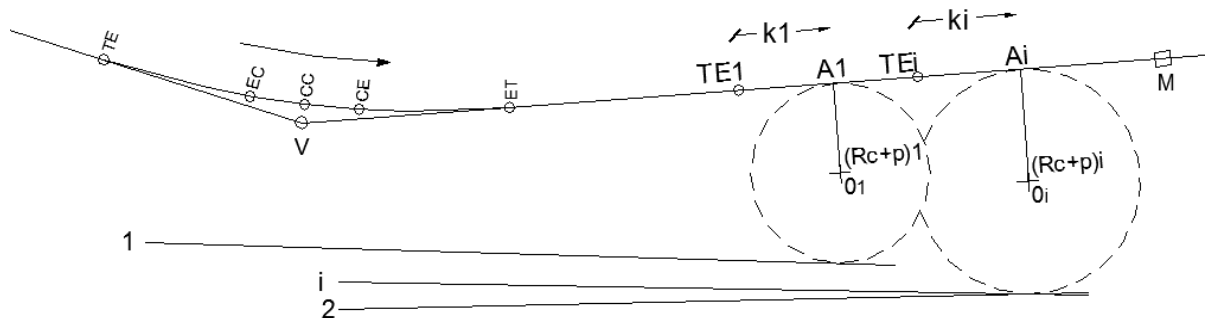
2. REVUELTAS

Una revuelta puede ser prediseñada gráficamente sobre un plano con curvas de nivel en escala adecuada, desarrollando el siguiente procedimiento:

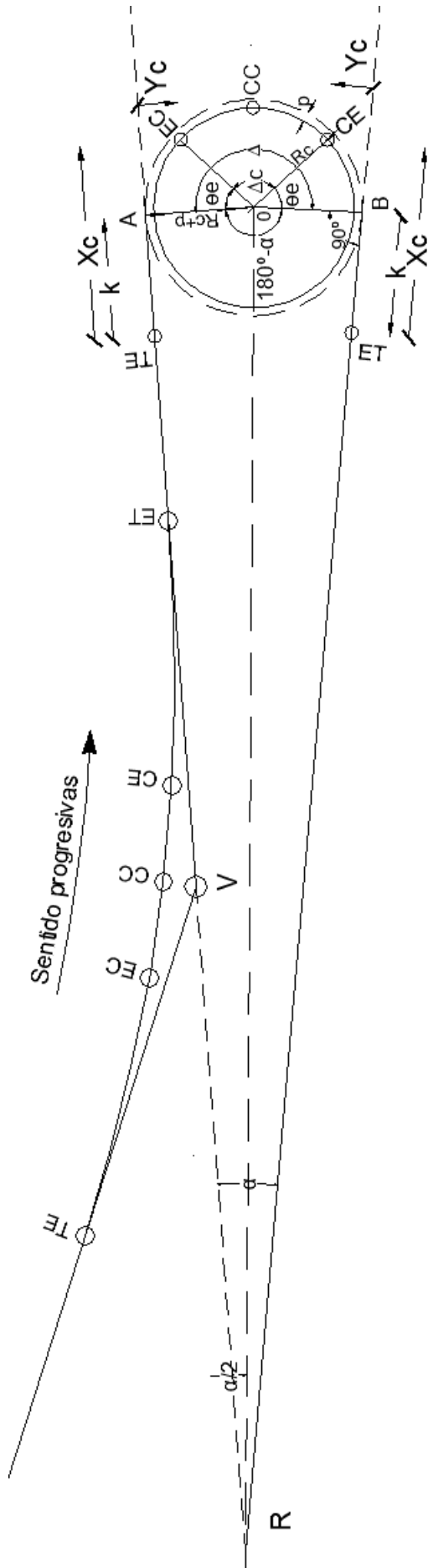
1. Sobre el alineamiento recto VM, definido previamente, se adopta la ubicación del comienzo de las distintas curvas alternativas TE_i .
2. Se adoptan los pares de valores Rc - Le de las distintas alternativas posibles, con la condición de que sean mayores o iguales a los mínimos.
3. Con los valores de k y $(Rc+p)$ se ubica el centro de cada curva. Con radio $(Rc + p)$ se trazan circunferencias, que resultan tangentes al alineamiento definido anteriormente.



4. Se trazan los posibles alineamientos de salida, tangentes a las circunferencias, que cumplan con las condiciones exigidas por la topografía, etc.



5. Se adopta el radio, la longitud de la espiral y el alineamiento más conveniente de las distintas alternativas estudiadas, que cumplan con las exigencias del diseño geométrico planialtimétrico, de la topografía, geológicas, hidrológicas, movimiento de suelos, etc.
6. Trabajando con estos datos definitivos se determina el punto de intersección R entre la prolongación del alineamiento VM y el alineamiento de salida. Se mide en escala el valor RV , quedando luego definido el valor RA .



7. Cálculos:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{R_c + p}{RA}$$

$$\Delta = 360^\circ - (180^\circ - \alpha)$$

$$RB = RA$$

$$\operatorname{Pr}.R = \operatorname{Pr}.TE + Des + (RB - k)$$