

# PROYECTO Y REPLANTEO DE OBRAS LINEALES MEDIANTE POLIGONALES ABIERTAS

Antonio Crespí González.

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

## RESUMEN

*Ha sido el objeto de este trabajo elaborar una metodología para el proyecto de obras de desarrollo lineal mediante el apoyo de poligonales abiertas.*

*Un proyecto así elaborado enlaza, sin necesitar correcciones, en los extremos y puntos intermedios, con otras estructuras existentes.*

*Se ha evaluado la calidad de esta metodología por la variación, respecto a proyecto, que experimenta el radio del círculo circunscrito a tres puntos sucesivos del replanteo. Los defectos de replanteo, consecuencia de la aplicación de esta metodología, son siempre locales y de entidad no significativa.*

## ABSTRACT

*The aim of this paper is to outline a methodology for the design of works of linear development based on open polygonals.*

*A project designed this way connects to other existing structures both at the ends and at intermediate points with no need for correction.*

*The accuracy of this method has been assessed by measuring the variation from the project of the radius of the circumscribed circle passing through three consecutive points of the development.*

*Any inaccuracies yielded by this method are always local and of little significance.*

## CONSIDERACIONES PREVIAS

Las obras lineales de gran desarrollo, como carreteras, ferrocarriles, etc, suelen realizarse estableciendo previamente triangulaciones de apoyo que, tras ajuste de las mediciones de campo, sirven como referencia para realizar el proyecto y realizar el replanteo.

Con la metodología que se describe se pone de manifiesto que resultan innecesarias las costosas triangulaciones en este tipo de obras.

La compensación de errores, aplicada a las mediciones de las bases de apoyo de un proyecto, está basada en criterios estadísticos para que los datos modificados cumplan condiciones de compatibilidad geométrica.

Estos ajustes significan frecuentemente que algunas mediciones corregidas resulten menos aproximadas que antes de su corrección.

Por ello puede ser preferible mayor precisión en la medición de ámbito local a un ajuste general de datos. Al prescindir de las operaciones de ajus-

te se obtendrá mayor calidad puntual en el trazado replanteado.

El tema que se plantea es de un análisis de calidad final de un trazado replanteado apoyado exclusivamente en una poligonal abierta.

En esta metodología las mediciones tienen carácter local y como tales son utilizadas. El enlace del trazado con estructuras existentes es automático al no existir transmisión de errores a lo largo del replanteo. Los errores son siempre locales y por ello lo único a ser tener en cuenta al evaluar la metodología.

## METODOLOGÍA

Señalada la zona a ocupar por el trazado, se eligen en el campo los vértices de la poligonal de apoyo inmediata a la futura traza.

Se miden en el terreno los parámetros topográficos de la poligonal, reiterando las mediciones y excluyendo equivocaciones. Las medias aritméticas serán datos de proyecto.

Al replantear el proyecto tomando como referencia la poligonal de apoyo se producen defor-

maciones locales de la traza debidas a la inexactitud de las mediciones.

Pese a ello el replanteo resulta siempre "atado" a la poligonal. Esta ligazón garantiza el enlace con las estructuras existentes a lo largo del trazado.

## INFLUENCIA DE LOS ERRORES DE MEDICION

Las causas de error son debidas a inexactitud de medición angular en los vértices de la poligonal de apoyo y de las longitudes de sus lados. No se consideran aquí los errores de nivelación de la poligonal porque al realizarse doble nivelación la precisión obtenida es comparable a la obtenida con las metodologías actualmente en uso.

## DEFORMACIONES DE LA TRAZA REPLANTEADA IMPUTABLES A ERRORES ANGULARES

Las deformaciones de la traza debidas a errores de medición angular de la poligonal se localizan en el paso del replanteo de un lado de la poligonal al siguiente.

Para evaluar estas deformaciones se toman como referencias tres puntos A, B y C sucesivos del replanteo.

Se adopta como indicador de calidad de la metodología la variación porcentual del radio del círculo circunscrito a estos tres puntos, respecto al radio teórico de proyecto, analizando el caso en que de estos tres puntos sucesivos genéricos del replanteo A, B y C, dos de ellos A y B están referidos a un lado de la poligonal y C al siguiente.

Como simplificación se supone  $AB = BC = t$  (figura 1).

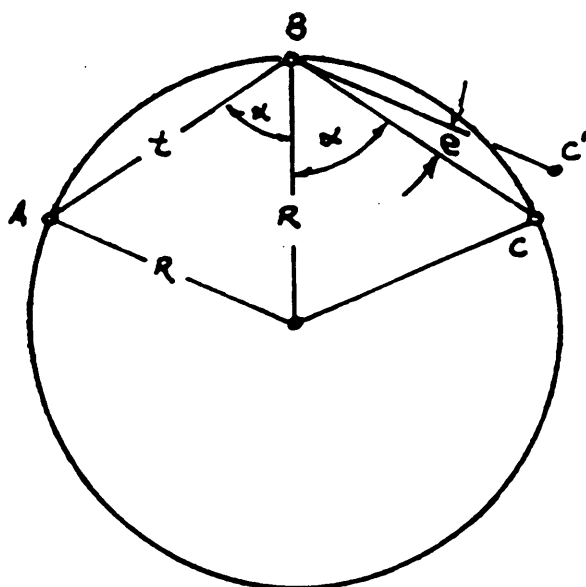
Si, según proyecto, el ángulo en B es  $2\alpha$  y el error de medición en el vértice inmediato de la poligonal e, el ángulo realmente replanteado será

$$2\alpha + e \text{ (e positivo o negativo).}$$

El radio R del círculo definido por ABC es, según proyecto,

$$R_1 = \frac{t}{2} \cos \alpha$$

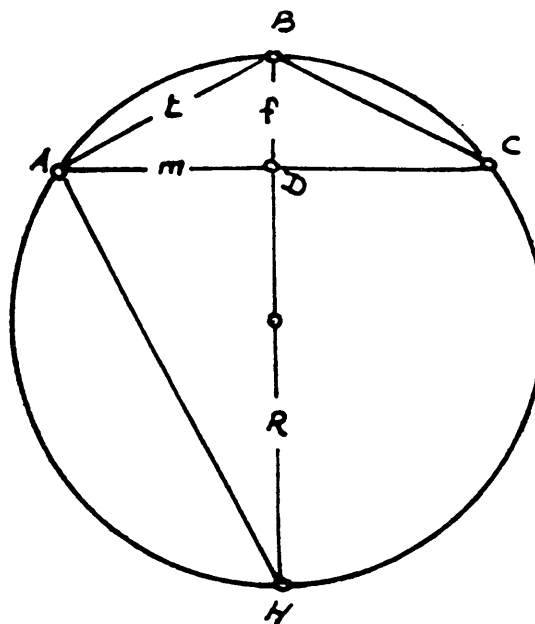
Figura 1.



$$R_1 = \frac{t}{2} \cos\left(\alpha + \frac{e}{2}\right)$$
$$\begin{aligned} \frac{R_1}{R} &= R + \frac{\Delta R}{R} = 1 + \frac{\Delta R}{R} = \frac{t}{2R \cos\left(\alpha + \frac{e}{2}\right)} = \\ &= \frac{t}{2R \cos\left(\arccos \frac{t}{2} R + \frac{e}{2}\right)} \end{aligned}$$
$$100 \frac{\Delta R}{R} = 100 \left[ \frac{t}{2R \cos \left( \arccos \frac{t}{2R} + \frac{e}{2} \right)} - 1 \right]$$

VALORES DE  $\frac{\Delta R}{R}$

| R    | t = 10 | 20   | 30   | 50   | 100  | 200  |
|------|--------|------|------|------|------|------|
| 50   | 0,08   | 0,04 | 0,02 | 0,01 |      |      |
| 100  | 0,16   | 0,08 | 0,05 | 0,03 |      |      |
| 300  | 0,47   | 0,24 | 0,16 | 0,09 | 0,05 | 0,02 |
| 1000 | 0,8    | 0,5  | 0,3  | 0,16 | 0,08 |      |



## DEFORMACIONES DE LA TRAZA REPLANTEADA IMPUTABLES A ERRORES LONGITUDINALES

En esta determinación se utiliza el mismo indicador de calidad  $100 \Delta R / R$  que en los errores angulares, refiriéndose a tres puntos A, B y C apoyados en un mismo lado de la poligonal.

En la figura 2 la potencia de D es

$$f(2R - f) = m^2$$

y, análogamente, para los puntos replanteados

$$f(2R_1 - f) = K^2 \cdot m^2$$

teniendo en cuenta que  $t^2 = m^2 + f^2$   
eliminando m y f resulta

$$R_1 = \frac{K^2(4R^2 - t^2) + t^2}{4R}$$

y por ser  $R_1 = R + \Delta R$   
resulta

$$100 \frac{\Delta R}{R} = 100 \left[ \frac{K^2(4R^2 - t^2) + t^2}{4R^2} - 1 \right]$$

De forma análoga que con los errores angulares, para un error de medición longitudinal del uno por mil ( $K = 1,001$ ), se indican a continuación algunos valores de esta relación porcentual

VALORES DE  $100 \frac{\Delta R}{R}$

| R    | t = 10 | 20   | 30   | 50   | 100  | 200  |
|------|--------|------|------|------|------|------|
| 50   | 0,20   | 0,19 | 0,18 | 0,15 |      |      |
| 100  | 0,20   | 0,20 | 0,20 | 0,19 |      |      |
| 500  |        |      | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,19 |
| 1000 |        |      |      | 0,20 | 0,20 | 0,20 |

## CONCLUSIONES

Las despreciables variaciones porcentuales, respecto a proyecto, que experimenta el radio del círculo definido por tres puntos sucesivos del trazado al ser replanteados, como indicador de calidad de esta metodología, ponen de manifiesto que es aplicable al proyecto de obras lineales.

En los ejemplos expuestos las variaciones del radio de cualquier círculo debidas a error de medición angular, no superan en ningún caso el 0,8 %.

Este porcentaje para los errores de medición longitudinal no rebasa el 0,2 %.

Las alteraciones son exclusivamente locales ya que el proceso utilizado impide la transmisión a lo largo del replanteo.

En cualquier caso las "deformaciones" puntuales del proyecto derivadas de errores de medición, son más teóricas que reales. Porcentajes tan pequeños como los determinados carecen de relevancia en proyectos de carreteras o de ferrocarriles.

Por otra parte, en carretera es el conductor quien instintivamente afina la trayectoria dentro del margen de su carril.

En ferrocarriles la precisión de la geometría en el montaje de vía es aportada, con posterioridad a la construcción de la plataforma de infraestructura, mediante procedimientos específicos ferroviarios. ●