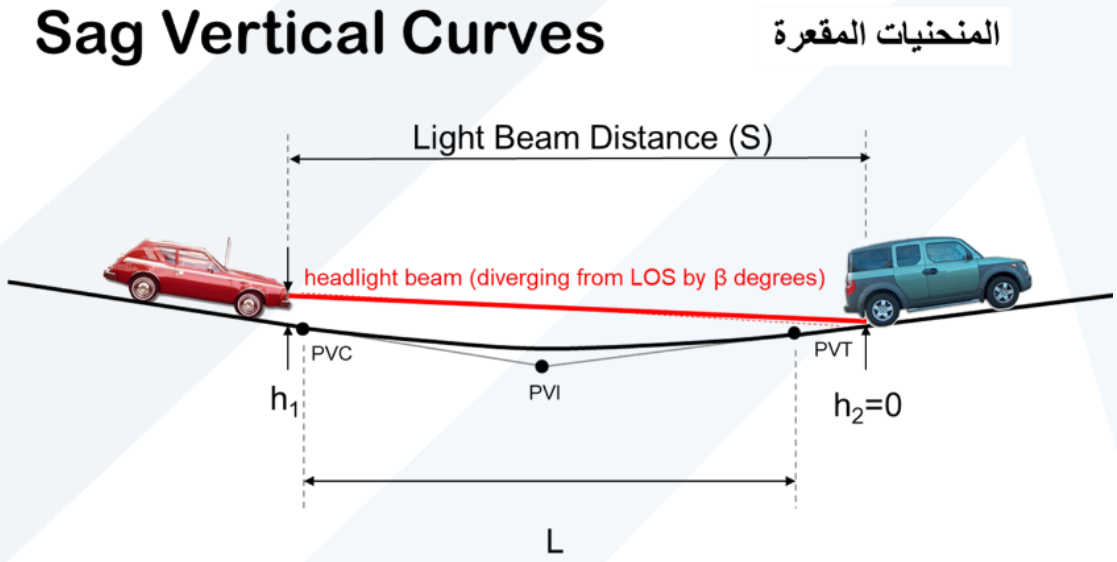
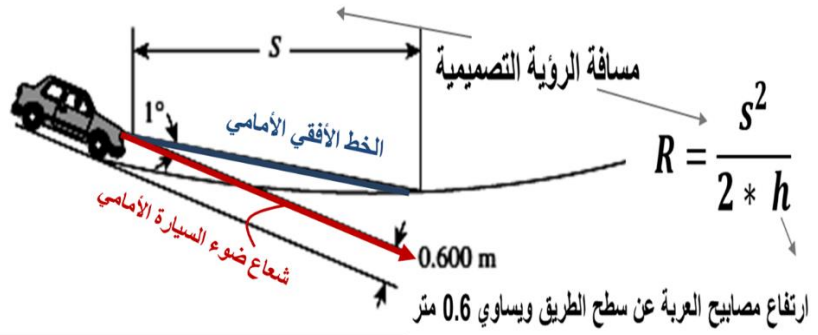
التخطيط الشاقولي للطريق

المنعطفات الشاقولية المقعرة

يجب أن يتم التأكد من قيمة أنصاف أقطار المنحنيات المقعرة، بالاستناد إلى قيمة القوة النابذة المسموحة والتحقق من تأمين مسافة رؤية تصميمية كافية، بواسطة مصابيح العربات ليلاً، لأن هذه المصابيح تضيء جزءاً من سطح الطريق أمام العربة، وقد يكون أقل من مسافة الرؤية التصميمية، وخاصةً إذا كانت أنصاف الأقطار صغيرة.



يفترض أن يكون اتجاه النور الصادر من السيارة عند النزول، والذي يقدر ارتفاعه بـ 0.6 m، مشكلاً زاوية مقدارها درجة واحدة بالنسبة للخط الأفقي الأمامي، وهذا يعني أنه كلما كان وضع المنحني المقعر قليل الانحناء، كلما كان الوضع أفضل بالنسبة للسائق.

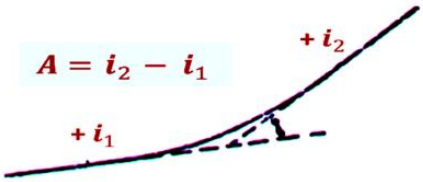


أشكال المنعطفات الشاقولية المقعرة:

$$A = -i_1 + i_2$$

$$A = -i_1$$

$$A = -(i_1 + i_2)$$

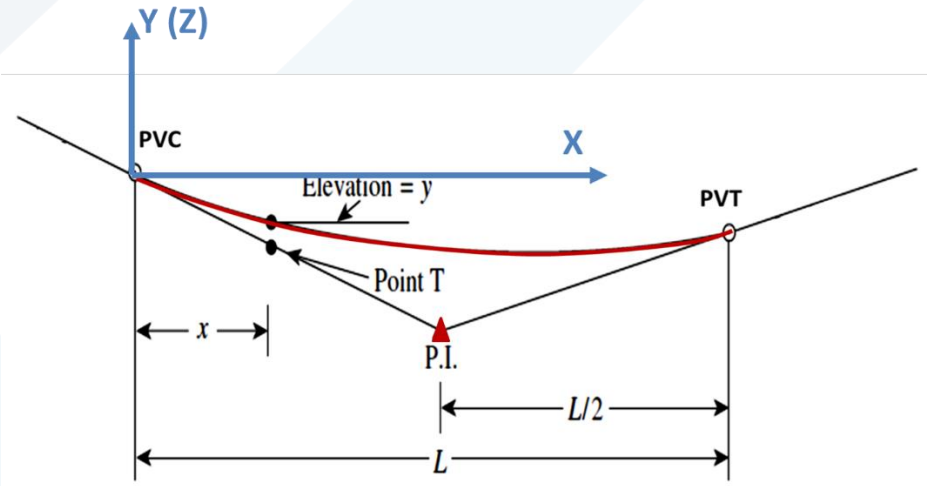


$$A = i_2 - i_1$$

حساب طول المنحنيات المقعرة:

هناك ثلاثة عوامل أساسية تتحكم في طول المنحنى الرأسي المقعر وهي:

1. **مسافة الرؤية الليلية**
2. **راحة الراكب (معدل التغير بتأثير القوة النابذة)**
3. **التحكم بالتصريف**



يحدد طول المنحنيات المقعرة بالاستناد إلى تأثير تسارع القوة الطاردة المركزية C بقيمة 0.6 م/ ثا2، ويكون المنحني عبارة عن منحنيين انتقاليين متساويين في الطول وبدون منحني أفقي بينهما، وبالتالي فإن طول المنحني يساوي L.

$$L = \frac{V^3}{C * R}$$

حساب طول المنحنيات المقعرة بالعلاقة مع ضوء العربة الأمامي:

يحسب طول المنحني باستخدام المعادلات التالية على اعتبار ارتفاع الأضواء الأمامية 60 سم وزاوية انحراف (انتشار) الضوء الرأسية 1 درجة مئوية:

- **الحالة الأولى:** عندما يكون طول المنحني أطول من مسافة الرؤية الليلية (S<L):

الفرق الجبري بين ميلي المماسين كنسبة مئوية

$$L = \frac{A * S^2}{2h_3 + 3.5 * S}$$

طول المنحني الشاقولي المقعر (متر)

h_3: ارتفاع مصابيح العربة عن سطح الطريق ويساوي 0.6m

- **الحالة الثانية:** عندما يكون طول المنحني أقصر من مسافة الرؤية الليلية (S>L):

$$L = 2S - \frac{2h_3 + 3.5 * S}{A}$$

مسافة الرؤية الليلية للتوقف على المنحنى المقعر (متر)

حساب طول المنحنيات المقعرة باستخدام ثابت الانحناء الشاقولي K:

طول المنحني الشاقولي المقعر باستخدام ثابت الانحناء الشاقولي (K) الموافق لمسافة الرؤية الليلية في حال التوقف

$$L = K \times A$$

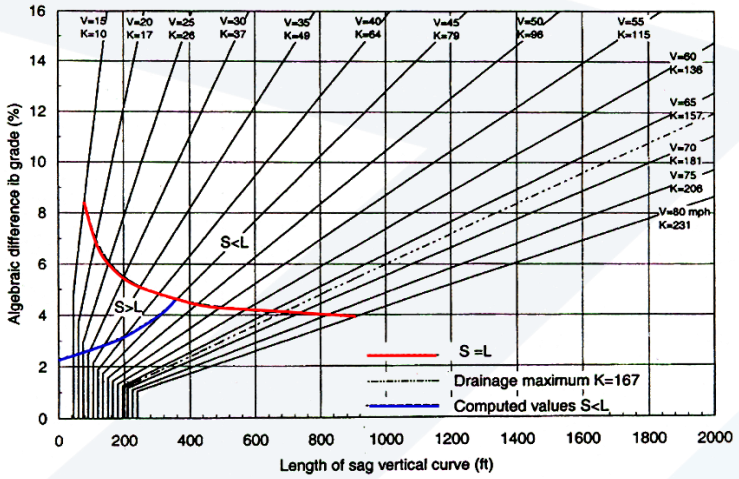
الفارق الجبري لميلي المماسين الطوليين (%)

ثابت الانحناء الشاقولي (بلا واحدة)

ثابت الانحناء الشاقولي للمنحنيات المقعرة

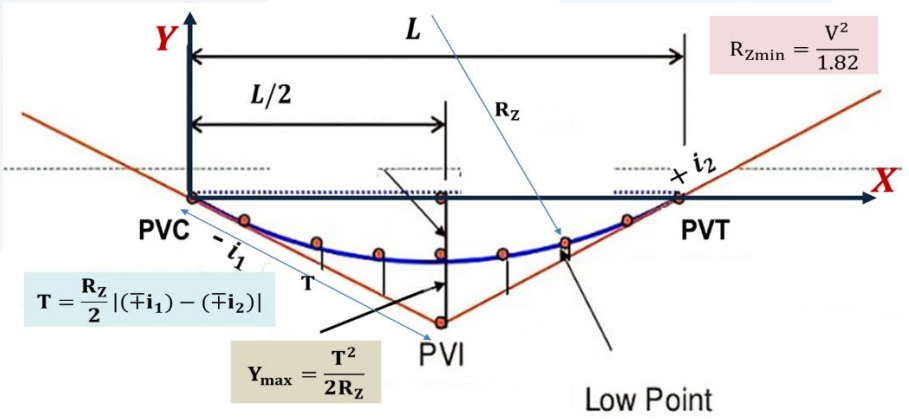
السرعة التصميمية	مسافة الرؤية للتوقف	ثابت الانحناء التصميمي K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38
100	185	45
110	220	55
120	250	63
130	285	73

ارتفاع المصباح الامامي للسيارة = 0.6 m ،

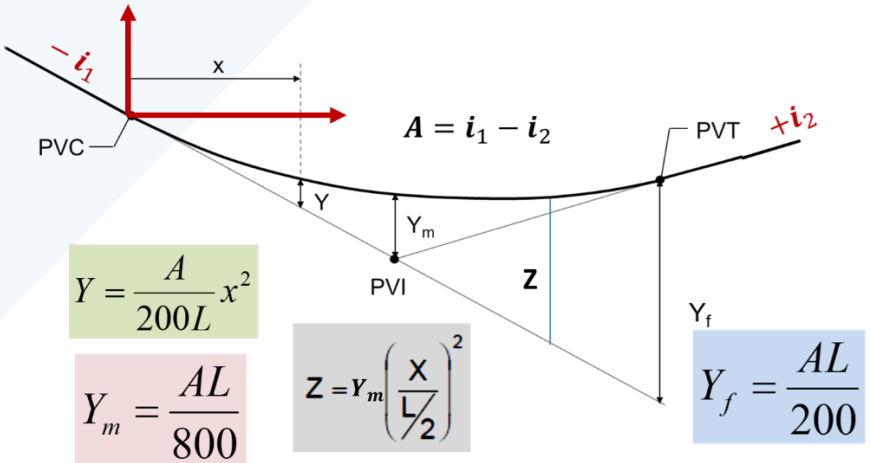


القيم التصميمية للمنحنيات المقعرة بدلالة السرعة التصميمية وثابت الانحناء

حساب العناصر الهندسية في المنعطفات الرأسية المقعرة

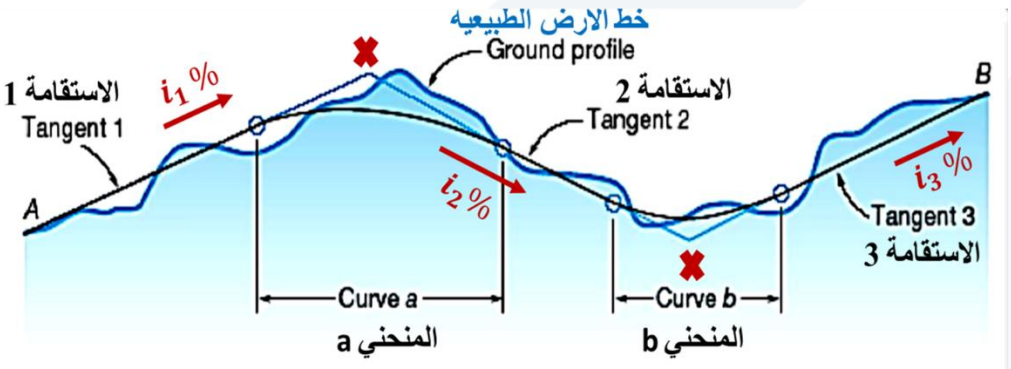


حساب إحداثيات نقاط المنعطفات الرأسية المقعرة:

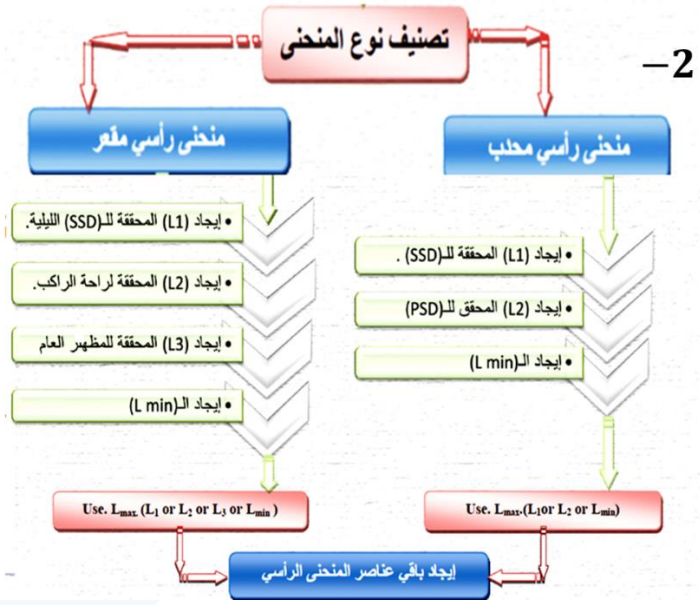


الآلية المتبعة في التخطيط الرأسي:

1- اختيار نقاط التقاطع (PIV) مع مراعاة اعتبارات اختيار الميول



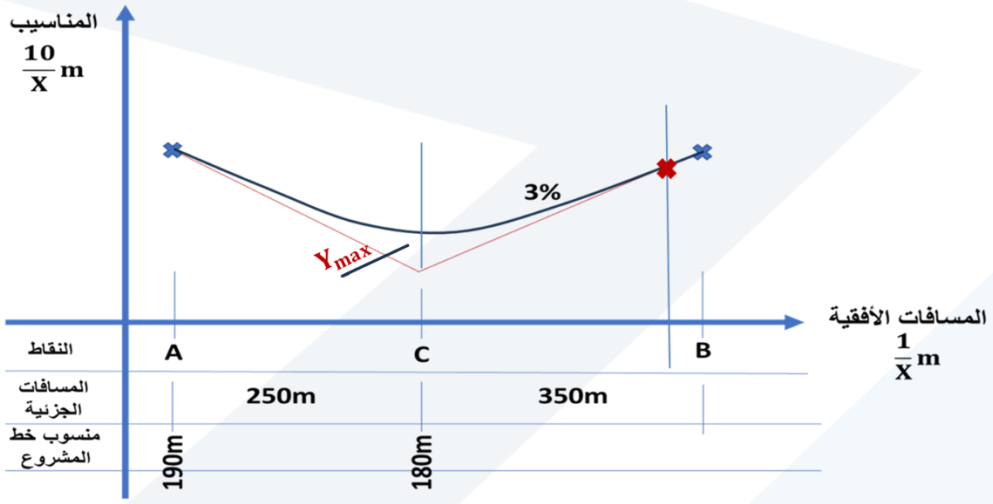
2-



مسألة 1:

إذا كان لدينا خط المشروع المقترح التالي بين النقطتين A,B:

1. **احسب ميل الاستقامة AC**
2. **احسب منسوب النقطة B**
3. **صمم المنعطف الشاقولي مع رسم كروكي لعناصره على خط المشروع علماً أن V=80 Km/h**
4. **احسب منسوب ذروة المنعطف الشاقولي المقعر**



$$I_{AC} = \frac{\Delta h_{AC}}{L_{AC}} * 100 = \frac{190 - 180}{250} * 100 = 4\%$$

$$h_B = h_C + i.L_{CB} = 180 + \frac{3}{100} * 350 = 190.5m$$

$$R_{Zmin} = \frac{V^2}{1.82} = \frac{80^2}{1.82} = 3516.5m$$

$$T = \frac{R_Z}{2}|(\mp i_1) - (\mp i_2)| = \frac{3516.5}{2}|(-0.04) - (0.03)| = 123.1m$$

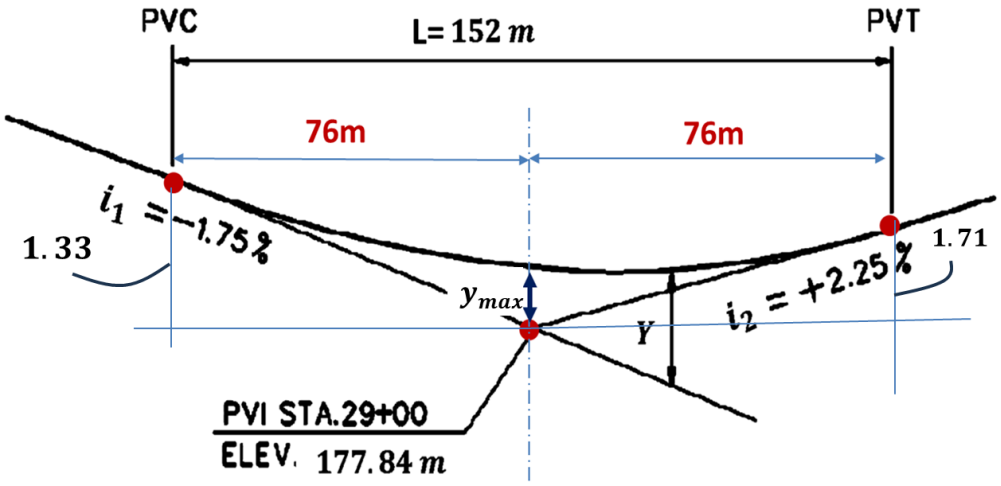
$$Y_{max} = \frac{T^2}{2R_Z} = \frac{123.1^2}{2 * 3516.5} = 2.15m$$

$$H_C = h_C + Y_{max} = 180 + 2.15 = 182.15m$$

وهو منسوب الذروة على المنعطف الشاقولي المقعر.

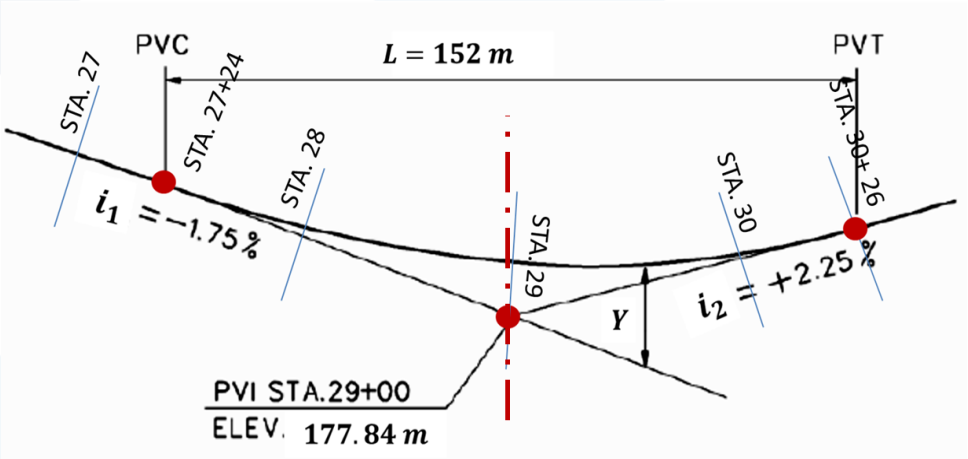
مسألة 2:

لدينا منحني رأسي مقعر في مقطع طولي لجزء من طريق بحارتي مرور باتجاه واحد، تبلغ السرعة التصميمية عليه V= 80 Km/h، حيث مناسيب نقطة التقاطع كما هو موضح في الشكل، حدد أرقام المحطات لبداية ونهاية المنحني بدلالة محطة التقاطع، إذا علمت أن المسافة بين المحطات 50 متر، ثم احسب منسوب نقطة بداية ونهاية المنحني المقعر، واحسب منسوب نقطة تقع على بعد30 متر من بداية المنحني، ونقطة تقع على بعد40 متر بعد نقطة التقاطع.



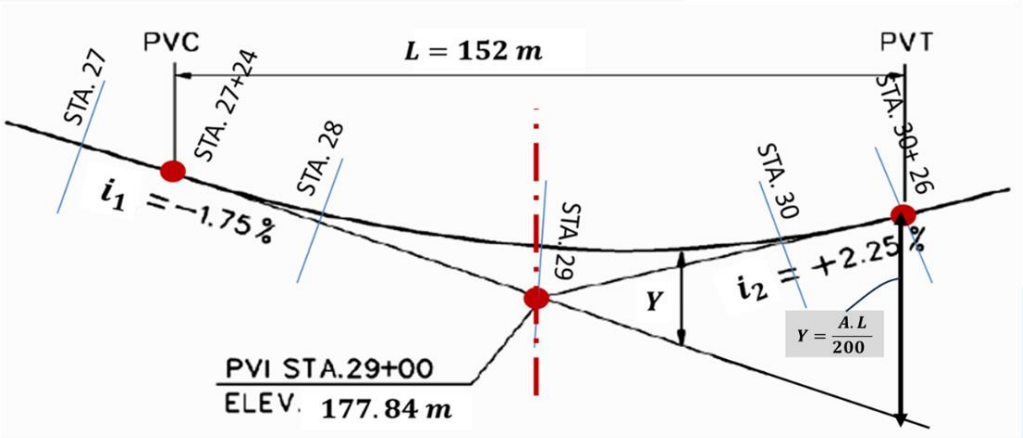
$$y_{max} = \frac{A.L}{800} = \frac{[(-1.75)-(2.25]*152}{800} = \frac{4*152}{800} = \mathbf{0.76\ m}$$

$$\mathbf{T} = \sqrt{1.33^2 + 76^2} = \mathbf{76.01\ m}$$



$$Beg.Station\ (PVC) = (29+00) - (0+76.01) = StA.27 + 23.99m$$

$$End.Station\ (PVT) = (29+00) + (0+76,02) = StA.30 + 26.02\ \mathrm{m}$$



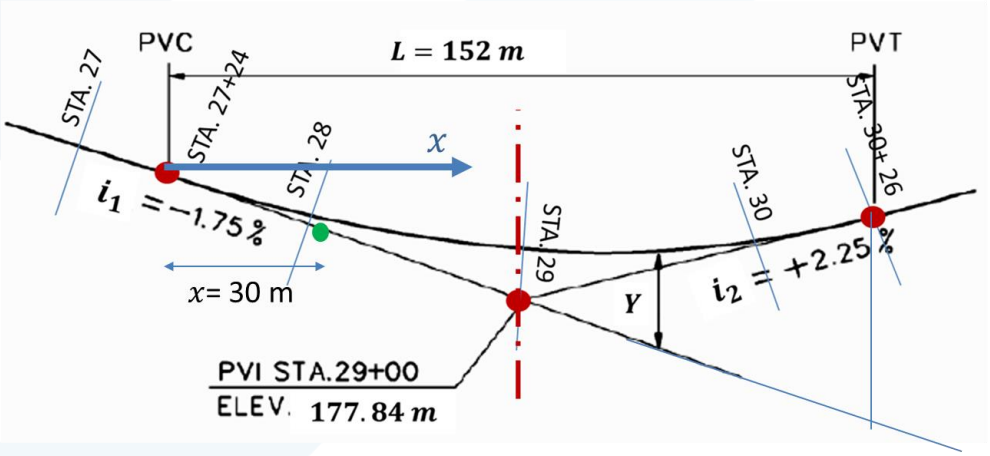
منسوب نقطة بداية المنعطف:

$$(0.0175 * 76) + 177.84 = 179.17m$$

منسوب نقطة نهاية المنعطف:

$$(0.0225 * 76) + 177.84 = 179.55\ m$$

$$179.17 - (0.0175 * 152) + \frac{4*152}{200} = 179.55\ m$$

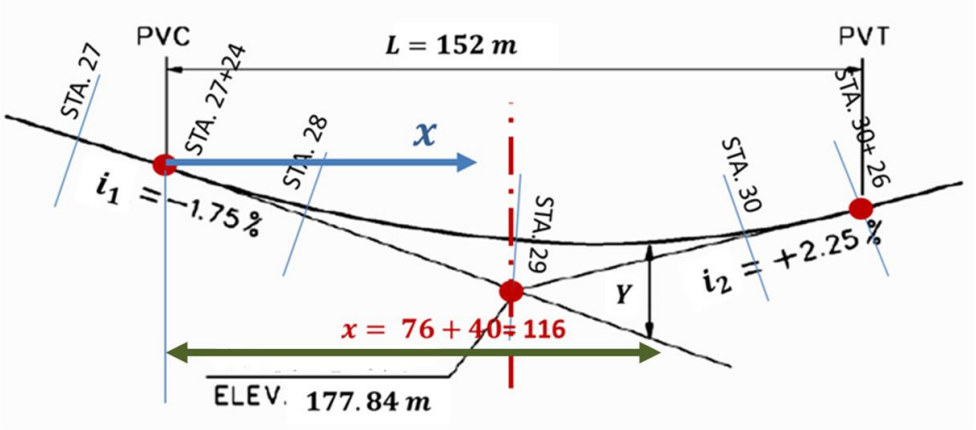


منسوب نقطة تقع على بعد 30 متر من بداية المنحني على الاستقامة:

$$179.17 - (0.0175 * 30) = 178.65\ m$$

منسوب نقطة تقع على بعد 30 متر من بداية المنحني على المنحني:

$$178.65 + \frac{A*x^2}{200*L} = 178.65 + \frac{4*30^2}{200*152} = 178.77\ m$$



منسوب نقطة تقع على بعد 40 متر بعد نقطة التقاطع على الاستقامة:

$$179.17 - [(0.0175 * (76 + 40)] = 177.14\ m$$

منسوب نقطة تقع على بعد 40 متر بعد نقطة التقاطع على المنحني:

$$177.14 + \frac{A*x^2}{200*L} = 177.14 + \frac{4*116^2}{200*152} = 177\ m$$