

CÁLCULO DE VIGAS CONTINUAS

POR EL MÉTODO DE LAS LÍNEAS DE INFLUENCIA

POR

RÉGULO ANGUITA G.

Si en las ecuaciones (3) a (16) se hace $P=1$ resultan las ecuaciones de las líneas de influencia de los momentos de apoyo i para secciones cualesquiera del primero i segundo tramos.

En las ecuaciones (9) a (16) se deberán introducir los valores de M_1 i M_2 correspondientes a la posición de P sobre la viga.

De las mismas ecuaciones se puede investigar con facilidad la forma de la línea de influencia en cuanto a signos.

Hagámoslo por vía de ejemplo para una sección x del primer tramo.

En la ecuación (9)

$$M_x = M_1 \frac{x}{l_1} - \frac{a}{l_1} (l_1 - x)$$

se debe introducir el valor de M_1 de la ecuación (3)

$$M_1 = \frac{a}{l_1} \frac{2(l_1 + l_2)(l_1^2 - a^2)}{4(l_1 + l_2)^2 - l_2^2}$$

M_1 es positivo, por lo tanto es necesario averiguar cual de los dos términos del segundo miembro de (9) es mayor.

$$4l_1^2 < 4(l_1 + l_2)^2 - l_2^2$$

I cuando l_1 no difiere mucho de l_2

$$4l_1^3 > 2(l_1 + l_2)(l_1^2 - a^2)$$

Entonces:

$$\frac{2(l_1 + l_2)(l_1^2 - a^2)}{4(l_1 + l_2)^2 - l_2^2} < \frac{4l_1^3}{4l_1^2}$$

$$\div < l_1$$

I de aquí que al sustituir M_1 por α en la ecuación (9) se tenga para el primer término del segundo miembro un valor mayor que el verdadero. Se deducen así las siguientes conclusiones:

$$\frac{\alpha x}{l_1} \text{ puede ser } < 0 > \frac{\alpha}{l_1}(l_1 - x)$$

$$\text{para } x < \frac{l_1}{2} \quad \frac{\alpha x}{l_1} < \frac{\alpha}{l_1}(l_1 - x)$$

$$\text{y para } x \geq \frac{l_1}{2} \quad \frac{\alpha x}{l_1} > \frac{\alpha}{l_1}(l_1 - x)$$

Estos límites no son del todo rigurosos por cuanto resultan de sustituir para M_1 un valor mayor que el verdadero. En realidad el cambio de signo se produce para una sección x próxima a $0.8l_1$.

Luego las ordenadas de la línea de influencia serán todas negativas en el primer tramo para secciones x comprendidas entre 0 y $0.8l_1$ mas o menos, y para $x > 0.8l_1$ la línea de influencia podrá tener ordenadas positivas y negativas en ese mismo tramo.

Las ordenadas de las líneas de influencia en el segundo tramo son dadas por la ecuación (11)

$$M_x = M_1 \frac{x}{l_1}$$

y se debe introducir aquí el valor de M_1 correspondiente, es decir el de la ecuación (5), M_1 es positivo luego todas las ordenadas del 2.º tramo serán positivas también.

En fin las ordenadas del 3.º tramo se obtienen con la ecuación (12)

$$M_x = M_1 \frac{x}{l_1}$$

Introduciendo aquí el valor de M_1 de la ecuación (7) (que es negativo) resultan negativas todas las ordenadas del tercer tramo.

Para los apoyos y para secciones en el 2.º tramo puede discutirse en la misma forma el signo de las ordenadas en cada uno de los tramos.

En las figuras (12) a (16) puede verse la forma de las líneas de influencia en la mayor parte de los casos que se presentan.

No se ha tomado en cuenta en este desarrollo la acción indirecta de las cargas porque en realidad no tiene interés, desde que lo que se necesita para el cálculo de un enrejado por ej. son los momentos máximos en los nudos de ese mismo enrejado en los cuales la acción directa e indirecta son equivalentes.

USO DE LAS TABLAS DE MOMENTOS

Disposicion de las tablas.—Cada página que contiene las ordenadas de líneas de influencia correspondientes a unos de los casos que se presentan en la práctica tiene como argumentos: 1.º el número de tramos continuos de la viga (*2 travées inégales*,

3 travées symétriques, etc.) i 2.º la razón $\theta = \frac{l_1}{l_2}$ entre la luz del primer tramo i la del

segundo, variable de 0.05 en 0.05 de la luz. I para un número de tramos superior a dos se ha supuesto que la viga es simétrica, es decir que la razón θ se conserva tambien para los dos últimos tramos. En fin los tramos centrales son iguales al segundo.

Las tablas designan por α la absisa de la seccion a que corresponde la línea de influencia (en la fórmula que se han desarrollado hasta aquí se ha llamado x) i por x la absisa de la fuerza; ámbas se hacen variar de 0.10 en 0.10 de las luces de los tramos.

Las absisas α aparecen como encabezamiento en la primera línea horizontal con la notacion jenérica 0.10 l ... 0.40 l ... indicando así que pueden corresponder al tramo l_1 o l_2 i en la columna vertical correspondiente se encuentran los coeficientes, por los cuales hai que multiplicar la luz l_1, l_2 ... para tener las ordenadas de la línea de influencia.

Se distinguen entre los coeficientes de que nos ocupamos algunos que están apuntados con números mas grandes i que saltan a la vista. Estos corresponden a la ordenada máxima de la línea de influencia, que se produce como es bien sabido cuando la fuerza móvil se encuentra en la misma seccion α o sea para $x = \alpha$.

Signos.—Si se recuerda la discusion hecha anteriormente sobre el signo i la forma de la línea de influencia correspondiente a una seccion del 1.º tramo de una viga sobre 4 apoyos, se notará que segun nuestras convenciones, en cuanto a signos, para secciones α menores que $0.8 l_1$, las ordenadas del 1.º tramo son todas negativas, positivas las del 2.º i negativas otra vez las del tercero. — Fácil es observar que las tablas tienen notacion opuesta a la nuestra en cuanto a signos, i que si se quiere conservar nuestra convencion basta cambiar los signos (+) por (—) i los (—) por (+).

La primera parte de las tablas da las ordenadas de las líneas de influencia para secciones α , del 1.º 2.º i 3.º* tramos, cuando la fuerza P recorre esos mismos tramos (*"Ordonnées des lignes d'influence relatives à des sections faites dans la travée chargée"*). Se encuentra tambien en el encabezamiento de las columnas verticales el tramo que recorre la fuerza P (*"Première travée"*, ... *"deuxième travée"* i para 5 tramos *"troisième travée"*).

Estas primeras tablas no permiten trazar la línea de influencia completa desde que solo dan las ordenadas del tramo en que se encuentra la seccion α .

La otra parte de las tablas que contiene las ordenadas de las líneas de influencia de los apoyos (*"Ordonnées des lignes d'influence relatives à des sections faites sur les ples"*) i las de las líneas de influencia de secciones vecinas al tramo que recorre la fuer-

* Cinco tramos continuos

za P ("Ordonnées des lignes d'influence relatives à des sections faites dans une travée voisine de la travée chargée") permiten completar las líneas de influencia.

No aparecen, sin embargo, en las tablas todas las ordenadas, pero con la ayuda de las fórmulas que se han deducido, se hará ver que por lo ménos se tienen los datos suficientes para deducir cómodamente i con rapidez lo que falta.

Un ejemplo numérico nos permitirá aclarar mas estas ideas. Tomemos siempre una

viga de tres tramos continuos, con $\theta = -\frac{l_1}{l_2} = 0.95$ i supongamos que se necesita trazar la línea de influencia del apoyo I (Cart i Portes, numeran los apoyos desde O empezando por la izquierda, i las luces $O I, I$ etc. tal como se ha hecho al deducir las fórmulas.

Para P en el 1.^{er} tramo la tabla da directamente los siguientes valores:

APOYO 1

P en el primer tramo

Absisa de P respecto a O		ordenada de la línea de influencia
$x = 0.10$	l_1	$y = + 0.825812 l_1$
$= 0.20$	l_1	$= + 0.050661 l_1$
$= 0.30$	l_1	$= + 0.071180 l_1$
$= 0.40$	l_1	$= + 0.087606 l_1$
$= 0.50$	l_1	$= + 0.097774 l_1$
$= 0.57735$	l_1	$= + 0.100356 l_1$ máxima
$= 0.60$	l_1	$= + 0.100121 l_1$
$= 0.70$	l_1	$= + 0.093081 l_1$
$= 0.80$	l_1	$= + 0.075091 l_1$
$= 0.90$	l_1	$= + 0.044585 l_1$

Estos valores permiten trazar la curva dentro del tramo l_1 porque son, además, puntos de la curva los apoyos O i I . En efecto, el momento que produce en I , una fuerza colocada sobre O o sobre I es igual a cero.

Las ordenadas del 2.^o tramo aparecen también directamente en la tabla.

APOYO 1 (PILE N.º 1)

P en el segundo tramo

Absisa de P respecto a I		Ordenada de la línea de influencia
$x = 0.10$	l_2	$y = + 0.039965 l_2$
$= 0.20$	l_2	$= + 0.065531 l_2$
$= 0.30$	l_2	$= + 0.078768 l_2$
$= 0.3825$	l_2	$= + 0.081874 l_2$ máxima

<i>Absisa de P respecto a 1</i>	<i>Ordenada de la línea de influencia</i>
= 0.40 l_1	= + 0.081715 l_2
= 0.50 l_2	= + 0.076531 l_2
= 0.60 l_2	= + 0.065193 l_2
= 0.70 l_2	= + 0.049803 l_2
= 0.80 l_2	= + 0.032428 l_2
= 0.90 l_2	= + 0.015137 l_2

Valores que permiten trazar la curva en el 2.º tramo por cuanto los apoyos 2 i 3 son tambien puntos de ella.

Las ordenadas del 3.º tramo no se ven a primera vista en la tabla. Recuérdese como se dedujo la fórmula (7), que no es sino la misma fórmula (3) en la que se substituyó a por $l_1 - a$ conservando el signo a toda la espresion. Se hizo notar tambien que el cambio de a por $l_1 - a$ no equivalia mas que a invertir el movimiento de la fuerza P sobre la viga.

De aquí que las ordenadas de la línea de influencia de momentos en el apoyo 1 se encuentren tambien en la tabla. En efecto, son iguales a las ordenadas del apoyo 2, para el primer tramo cargado i leidas de 0.90 a 0.10 l_1 .

Por lo tanto las ordenadas del 3.º tramo son las siguientes:

APOYO 1. ("PILE N.º 1")

P en el tercer tramo

<i>Absisa de P respecto a 2</i>	<i>Ordenada de la línea de influencia</i>
$x = 0.10$ l_1 (0.90 l_1)	$y = - 0.011432$ l_1
= 0.20 l_1 (0.80 l_1)	= - 0.019254 l_1
= 0.30 l_1 (0.70 l_1)	= - 0.023867 l_1
= 0.40 l_1 (0.60 l_1)	= - 0.025672 l_1
= 0.42255 l_1 (0.57735 l_1)	= - 0.025732 l_1 máxima
= 0.50 l_1 (0.50 l_1)	= - 0.025070 l_1
= 0.60 l_1 (0.40 l_1)	= - 0.022463 l_1
= 0.70 l_1 (0.30 l_1)	= - 0.018251 l_1
= 0.80 l_1 (0.20 l_1)	= - 0.012836 l_1
= 0.90 l_1 (0.10 l_1)	= - 0.006619 l_1

La forma de la línea de influencia es la de la fig. (14).

Para otro número de tramos 5 por ejemplo pueden obtenerse tambien todas las ordenadas de una manera análoga.

Sea por ejemplo una viga de 5 tramos en que $\theta = \frac{l_1}{l_2} = 0.80$ (páj. 183 de Cart i Portes) se pide la línea de influencia del apoyo 2. La tabla da directamente las ordenadas de los tres primeros tramos. Para P colocada en el cuarto o quinto tramo basta recordar, que P en el cuarto tramo i momento en 2, equivale a P en el segundo tra-

mo i momento en 3; i g. en el quinto tramo i momento en 2 es lo mismo que suponer P en el primer tramo i momento en 3 (Pile número 3) Estos valores se hallan en la tabla i deberán leerse de 0.90 a 0.10 l.

El siguiente cuadro contiene todas las ordenadas de la línea de influencia de momentos de 2, omitiendo los máximos en los tramos.

APOYO 2

Absisas medidas desde el apoyo de la izquierda mas cercano	Ordenadas	Primer tramo	Segundo tramo	Tercer tramo	Cuarto tramo	Quinto tramo
$x = 0.10$ l	$y =$	-0.006370 ₁	+0.014912 ₂	+0.041813 ₃	-0.011163 ₄	+0.002956 ₅
$= 0.20$ l	$=$	-0.012354 ₁	+0.032431 ₂	+0.068456 ₃	-0.018255 ₄	+0.004979 ₅
$= 0.30$ l	$=$	-0.017566 ₁	+0.050335 ₂	+0.082134 ₃	-0.021872 ₄	+0.006171 ₅
$= 0.40$ l	$=$	-0.021620 ₁	+0.066405 ₂	+0.085052 ₃	-0.022611 ₄	+0.006638 ₅
$= 0.50$ l	$=$	-0.024130 ₁	+0.078421 ₂	+0.079412 ₃	-0.021068 ₄	+0.006483 ₅
$= 0.60$ l	$=$	-0.024709 ₁	+0.084164 ₂	+0.067419 ₃	-0.017840 ₄	+0.005808 ₅
$= 0.70$ l	$=$	-0.022971 ₁	+0.081413 ₂	+0.051277 ₃	-0.013523 ₄	+0.004719 ₅
$= 0.80$ l	$=$	-0.018532 ₁	+0.067949 ₂	+0.033191 ₃	-0.008713 ₄	+0.003319 ₅
$= 0.90$ l	$=$	-0.011003 ₁	+0.041551 ₂	+0.015364 ₃	-0.004006 ₄	+0.001711 ₅

Conviene recordar que $l_1 = l_5$ i $l_2 = l_3 = l_4$. La fig. (17) es la forma de la línea de influencia.

Antes de presentar un ejemplo numérico de la aplicacion a que se ha hecho referencia (Puente de «Los Morros») se indicará la manera de obtener las ordenadas de las líneas de influencia para secciones cualesquiera de los tramos.

Sea, para seguir el mismo caso anterior una viga de tres tramos simétricos en que $\theta = \frac{l_1}{l_2} = 0.95$ i se trata de obtener las ordenadas de la línea de influencia de la seccion $\alpha = 0.30$ l (primer tramo). En la primera parte de las tablas en referencia (páj. 145) aparecen inmediatamente las ordenadas del primer tramo.

Seccion $a=0.30l_1$ (primer tramo)

P en el primer tramo

Absisa de la fuerza P	Ordenada de la línea de influencia
$x = 0.10 l_1$	$y = -0.062256 l_1$
$= 0.20 l_1$	$= -0.124982 l_1$
$= 0.30 l_1$	$= -0.188646 l_1$
$= 0.40 l_1$	$= -0.153718 l_1$
$= 0.50 l_1$	$= -0.120668 l_1$
$= 0.60 l_1$	$= -0.089964 l_1$
$= 0.70 l_1$	$= -0.062073 l_1$
$= 0.80 l_1$	$= -0.037473 l_1$
$= 0.90 l_1$	$= -0.016625 l_1$

Las ordenadas del segundo tramo no aparecen todas en las tablas; pueden obtenerse sin embargo con los elementos que ellas contienen de dos maneras:

La fórmula (11)

$$M_a = M_1 \frac{a}{l_1}$$

(reemplazando x por a para usar la notación de Cart i Portes) que da el momento en una sección a del primer tramo cuando P recorre el segundo, nos da un medio expedito para calcular esas ordenadas.

En efecto la fig. (18) es el lugar instantáneo de momentos para una posición cualquiera de P en el segundo tramo.

$$a a' = M_a = \frac{0 a}{l_1} \times m l$$

Se desprende de la fórmula (11) i de la figura. Tratándose de líneas de influencia en las cuales $P=1$, M_1 es la ordenada de la línea de influencia de momentos en l para la colocación de P que se considera en el segundo tramo i $\frac{a}{l_1}$ siendo $a=0.30 l_1$, vale 0.3 simplemente. Luego bastará multiplicar las ordenadas de M_1 (para P en el segundo tramo) por 0.3 si se trata de la sección $0.30 l_1$ del primer tramo, por 0.6 si esa es la sección a , etc. para tener las ordenadas correspondientes al segundo tramo.

Se pueden tener también esas ordenadas, aprovechando la otra parte de las tablas en que se encuentran las ordenadas de líneas de influencia para secciones vecinas al tramo cargado («Ordonnées des lignes d'influence relatives à des sections faites dans une travée voisine de la travée chargée»).

Aparecen, sin embargo, solamente las ordenadas correspondientes a las secciones 0.10 i 0.90 l_1 (cuando el tramo cargado es l_2). Es decir, los valores rr' i ss' de la fig. (18); una simple interpolación lineal formando la diferencia $s's''$ i calculando $a'a''$ permitirá conocer también inmediatamente aa' que es la ordenada que se busca.

Calculemos por los dos métodos la ordenada correspondiente, para P colocada en la abscisa $x=0.40 l_2$ (del segundo tramo) por ejemplo:

$$\text{Sección } a=0.30 l_1$$

$$1.^\circ \quad y = +0.30 \times 0.081745 l_1 = + \underline{0.0245235 l_2}$$

2.º

$$\text{para } \begin{array}{l} a=0.90 l_1 \text{ i } x=0.40 l_2, \quad y=+0.073571 l_2 \\ a=0.10 l_1 \text{ i } x=0.40 l_2, \quad y=+ \underline{0.008175 l_2} \end{array}$$

$$\text{Diferencia corresp. a } \underline{0.8 l_1} \quad = + \underline{0.065396 l_2}$$

$$\text{a } \underline{0.10} \text{ corresp. } \frac{1}{8} \quad = +0.0081745 l_2$$

luego

$$y = +0.008175 l_2 + 2 \times 0.0081745 l_2$$

$$y = + \underline{0.024524 l_2}$$

Procediendo con uno u otro método se obtienen las demás ordenadas del segundo tramo.

$$\text{Sección } a=0.30 l_1$$

P en el segundo tramo

Ab-sisa de la fuerza P	Ordenada de la línea de influencia
$x = 0.10 l_2$	$y = +0.011991 l_2$
$= 0.20 l_2$	$= +0.019659 l_2$
$= 0.30 l_2$	$= +0.023631 l_2$
$= 0.3825 l_2$	$= +0.024561 l_2 \quad \text{max.}$
$= 0.40 l_2$	$= +0.024525 l_2$
$= 0.50 l_2$	$= +0.022959 l_2$
$= 0.60 l_2$	$= +0.019557 l_2$
$= 0.70 l_2$	$= +0.014940 l_2$
$= 0.80 l_2$	$= +0.009729 l_2$
$= 0.90 l_2$	$= +0.004542 l_2$

Las ordenadas del tercer tramo tampoco se encuentran directamente en la tabla. Es fácil deducirlas si se recuerda la fórmula (11) (reemplazando x por a).

$$M_2 = M_1 \frac{a}{l_1}$$

para la seccion $a=0.30 l_1$

$$M_{0.30 l_1} = M_1 \frac{0.30 l_1}{l_1} = 0.30 M_1$$

De aquí que basta multiplicar las ordenadas del momento en el apoyo I por la razón entre la abscisa de la seccion que se considera i la luz l_1 para tener las ordenadas que se buscan.

Recordando lo que se ha dicho anteriormente, se deberán tomar las ordenadas del apoyo 2 leídas de 0.90 a $0.10 l_1$ i multiplicadas por 0.30 . Para P colocada en $0.40 l_1$ por ejemplo, resulta:

$$y = -0.30 \times 0.025672 l_1 = -0.007702 l_1$$

En la misma forma se obtienen las demas ordenadas que contiene el siguiente cuadro:

Seccion $a=0.30 l_1$

P en el tercer tramo

Abscisa de la fuerza P	Ordenada de la línea de influencia
$x = 0.10 l_1$	$y = -0.003430 l_1$
$= 0.20 l_1$	$= -0.005776 l_1$
$= 0.30 l_1$	$= -0.007160 l_1$
$= 0.40 l_1$	$= -0.007702 l_1$
$= 0.42265 l_1$	$= -0.007719 l_1$
$= 0.50 l_1$	$= -0.007521 l_1$
$= 0.60 l_1$	$= -0.006739 l_1$
$= 0.70 l_1$	$= -0.005475 l_1$
$= 0.80 l_1$	$= -0.003851 l_1$
$= 0.90 l_1$	$= -0.001986 l_1$

En fin si la seccion fuera la 0.40 del segundo tramo por ejemplo: se calcularian las ordenadas del primer tramo interpolando entre los valores apuntados en la tabla («Ordonnées des lignes d'influence relatives à des sections faites dans une travée voisine de la travée chargée») para «sections dans la 2^e travée» i con el primer tramo cargado («Première travée»).

Las ordenadas del segundo tramo se encuentran directamente en la tabla (Ordonnées des lignes... relatives à des sections faites dans la travée chargée), seccion $a=0.40 l_1$ i segundo tramo cargado («Deuxième travée»).

Las ordenadas del tercer tramo se pueden obtener de dos maneras:

En la segunda parte de la tabla «*Ordonnées... faites dans la travée voisine de la travée chargée*», «*Section dans la 2^e travée*», aparecen las ordenadas del primer tramo de la línea de influencia para las secciones $0.10 l_2$ y $0.90 l_2$ del segundo tramo. Es fácil ver fig. (19) que estas ordenadas son las mismas del tercer tramo con sólo leerlas de 0.90 a $0.10 l_1$ para referirlas al apoyo 1 (2 en el caso que nos ocupa) i corresponden: la seccion $0.90 l$ de la tabla a la seccion $0.10 l_2$ del segundo tramo i la $0.10 l$ a la $0.90 l_2$. La interpolacion lineal entre los valores de la tabla permite conocer inmediatamente las ordenadas que se buscan.

Hé aquí la manera de hacerla: Sea y_1 fig. (20) la ordenada correspondiente a $0.10 l_1$ (0.90 de la tabla), y_2 la que corresponde a $0.90 l_1$ (0.10 de la tabla) y la ordenada que se busca correspondiente a la seccion x , medida desde y_1 , m la distancia de la figura, etc. Trácese $A'B'$ paralela a AB , entónces:

$$m = \frac{y_2 + y_1}{0.80 l_1} x$$

$$y = y_1 + \frac{y_2 + y_1}{0.80 l_1} x$$

pero $x = 0. (n-1) l_1$, si se designa la absisa de la seccion por una fraccion $0.n$ de la luz l_1 (referida a la seccion $0.10 l_1$ resulta $0. (n-1)$, luego:

$$y = y_1 + \frac{y_2 + y_1}{8} (n-1)$$

Esta fórmula es general siempre que se tome en el primer término, y_1 con su respectivo signo i el segundo término con el signo de y_2 i todavía que y_1 e y_2 sean de distinto signo (lo que equivale a decir tambien que y_1 debe tomarse en valor absoluto en el numerador del segundo término).

Calculemos por ejemplo, aplicando esa fórmula, una ordenada del tercer tramo para la misma seccion $a = 0.40 l_2$ del segundo tramo i cuando P está en la seccion 0.60 del tercer tramo. La tabla da:

$$y_2 = (i_1 = 0.10 l) = +0.076599 l_1$$

$$y_1 = (i_2 = 0.90 l) = +0.011456 l_1 \quad \text{valor absoluto}$$

$$y_2 + y_1 = +0.088055 l_1$$

$$\frac{y_2 + y_1}{8} = +0.011007 l_1$$

$$3 \times \frac{y_2 + y_1}{8} = +0.033021 l_1$$

$$y_1 = -\underline{\underline{0.011456 l_1}}$$

$$y = +\underline{\underline{0.021565 l_1}}$$

Existe todavía otro método para obtener estas mismas ordenadas. Resulta de aplicar directamente la fórmula (16)

$$M_x = M_1 + (M_2 - M_1) \frac{x}{l_2}$$

(x en esta fórmula es la sección α de las tablas)

Obtenidas las ordenadas de M_1 i M_2 (ya se ha explicado como), la fórmula precedente nos da las que buscamos. En efecto, para $\alpha=x=0.40 l_2$ i P colocado en 0.60 del tercer tramo se tiene:

$$M_2 = +0.087606 l_1$$

$$M_1 = -\underline{\underline{0.022463 l_1}}$$

$$M_2 - M_1 = +\underline{\underline{0.110069 l_1}} \quad \frac{x}{l_2} = \frac{0.40 l_2}{l_2} = \underline{\underline{0.40}}$$

$$(M_2 - M_1) \frac{x}{l_2} = +0.0440276 l_1$$

$$M_1 = -\underline{\underline{0.022463 l_1}}$$

$$M_1 + (M_2 - M_1) \frac{x}{l_2} = y = +\underline{\underline{0.021565 l_1}}$$

Es mas cómodo quizá calcular aplicando el primer método i así se han obtenido los valores que se consignan a continuacion:

$$\text{Sección } \alpha = 0.40 l_2$$

P en el tercer tramo

Absisa de la fuerza P

$$\begin{aligned} x &= 0.10 l_3 \\ &= 0.20 l_3 \end{aligned}$$

Ordenada de la línea de influencia

$$\begin{aligned} y &= +0.010976 l_1 \\ &= +0.018485 l_1 \end{aligned}$$

Absisa de la fuerza P	Ordenada de la línea de influencia
$=0.30 l_3$	$= +0.022913 l_1$
$=0.40 l_3$	$= +0.024683 l_1$
$=0.42265 l_3$	$= +0.024704 l_1$ máximo
$=0.50 l_3$	$= +0.023867 l_1$
$=0.60 l_3$	$= +0.011565 l_1$
$=0.70 l_3$	$= +0.017521 l_1$
$=0.80 l_3$	$= +0.012323 l_1$
$=0.90 l_3$	$= +0.006353 l_1$

En forma análoga pueden obtenerse todas las ordenadas de líneas de influencia para viga de 4 o mas tramos continuos.

RÉGULO ANGUITA G.

(Continuará).