PRIMER ENCUENTRO NACIONAL DE INGENIEROS DE SUELOS Y ESTRUCTURAS

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA

4 - 5 - 6 de septiembre de 1991

CONCEPTO DE "VIGA PORTANTE" DE AMARRE DE CIMIENTOS

Por: JAIME SUAREZ DIAZ
Profesor Universidad Industrial de Santander - Bucaramanga

RESUMEN

La viga de amarre es una parte de la infraestructura o cimentación de una edificación y como tal sufre asentamientos en forma conjunta con las Zapatas.

Los asentamientos a su vez generan esfuerzos de reacción debajos de las vigas. De acuerdo a la teoría de la elasticidad se puede calcular la magnitud y características de estos esfuerzos.

Una vez obtenida la información de los esfuerzos, se puede proceder a diseñar las vigas de amarre.

INTRODUCCION

Los sistemas de cimentación sobre Zapatas independientes, generalmente se enlazan entre sí por medio de vigas armadas. Los ingenieros relacionan la colocación de las vigas como un sistema para el control de los asentamientos diferenciales.

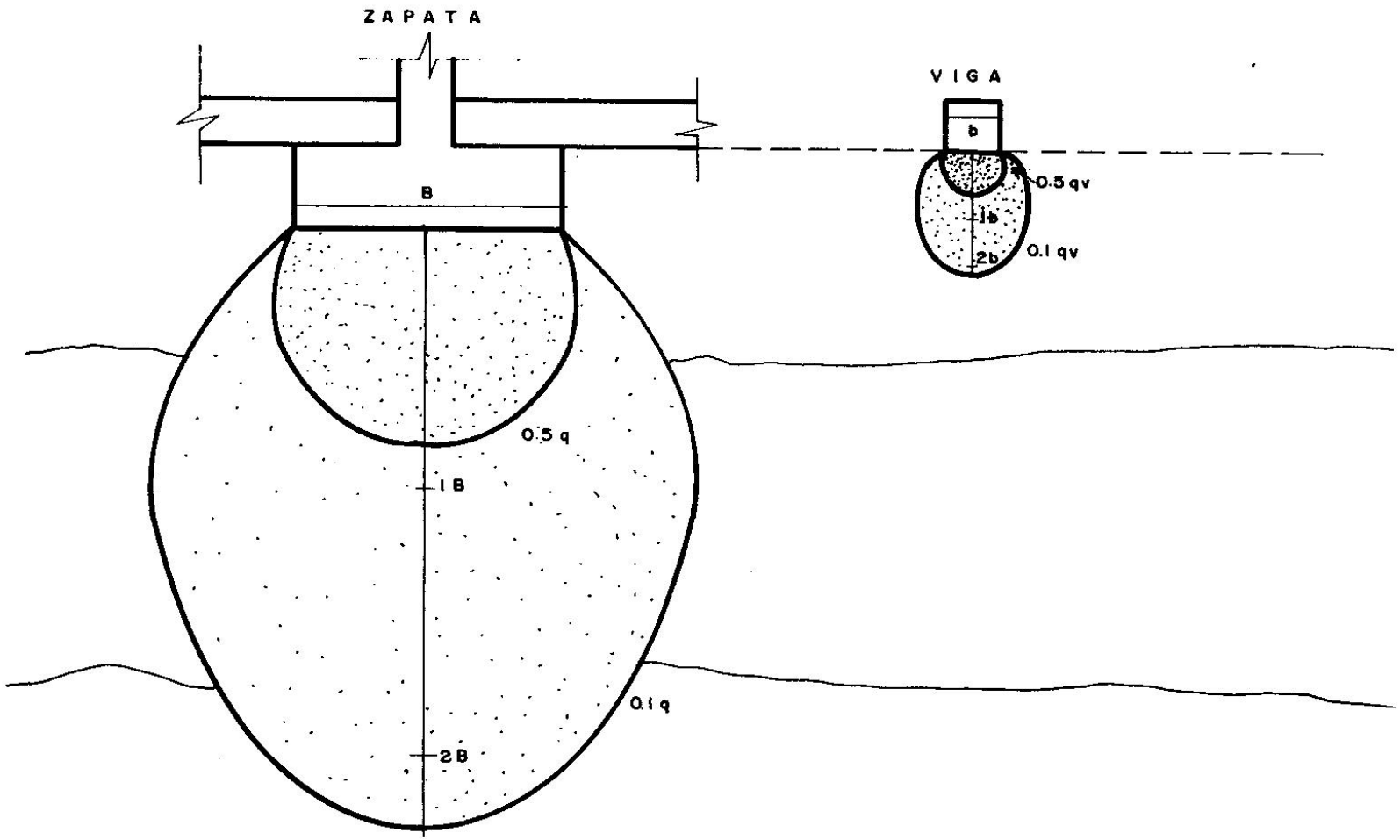
Ante la necesidad de tener un sistema lógico para el diseño de vigas de amarre se presentó en 1981, en Ingeniería Del Oriente un método de análisis basado en la teoría de la elasticidad.

Este criterio ha sido empleado desde entonces por algunos Ingenieros como guía para el diseño. El presente trabajo pretende presentar una revisión actualizada de este concepto de Viga Portante de Amarre de Cimientos.

DEFORMACIONES Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Cuando una Zapata sufre un asentamiento, la viga de amarre en el punto de contacto de ésta con el cimiento tiende a asentarse en una cantidad igual al del hundimiento de la Zapata.

Este asentamiento a su vez produce una reacción del suelo a esa deformación en la forma de un esfuerzo hacia arriba. El valor del esfuerzo generado depende las características esfuerzo - deformación del suelo, de acuerdo a la teoría de la elasticidad, del valor del asentamiento y de la forma y tamaño del elemento (viga).



DIFERENCIA ENTRE LOS ESFUERZOS DEBAJO DE UNA ZAPATA Y DE UNA VIGA DE AMARRE EN LA MISMA CONSTRUCCION

DE ACUERDO A TIMOSHENKO Y GOODIER

$$y = q B' \frac{1-\mu^2}{E_s} I_w$$

DONDE:

- y= ASENTAMIENTO
- q= PRESION DE CONTACTO
- B'= ANCHO
- E_s, μ= PARAMETROS ELASTICOS DEL SUELO

DESPEJANDO:

$$q = \frac{y \cdot E_s}{B' (1-\mu^2) \cdot I_w}$$

$$q = \left[\frac{E_s}{B' (1-\mu^2) \cdot I_w} \right] \cdot y$$

$$q = K_s \cdot y$$

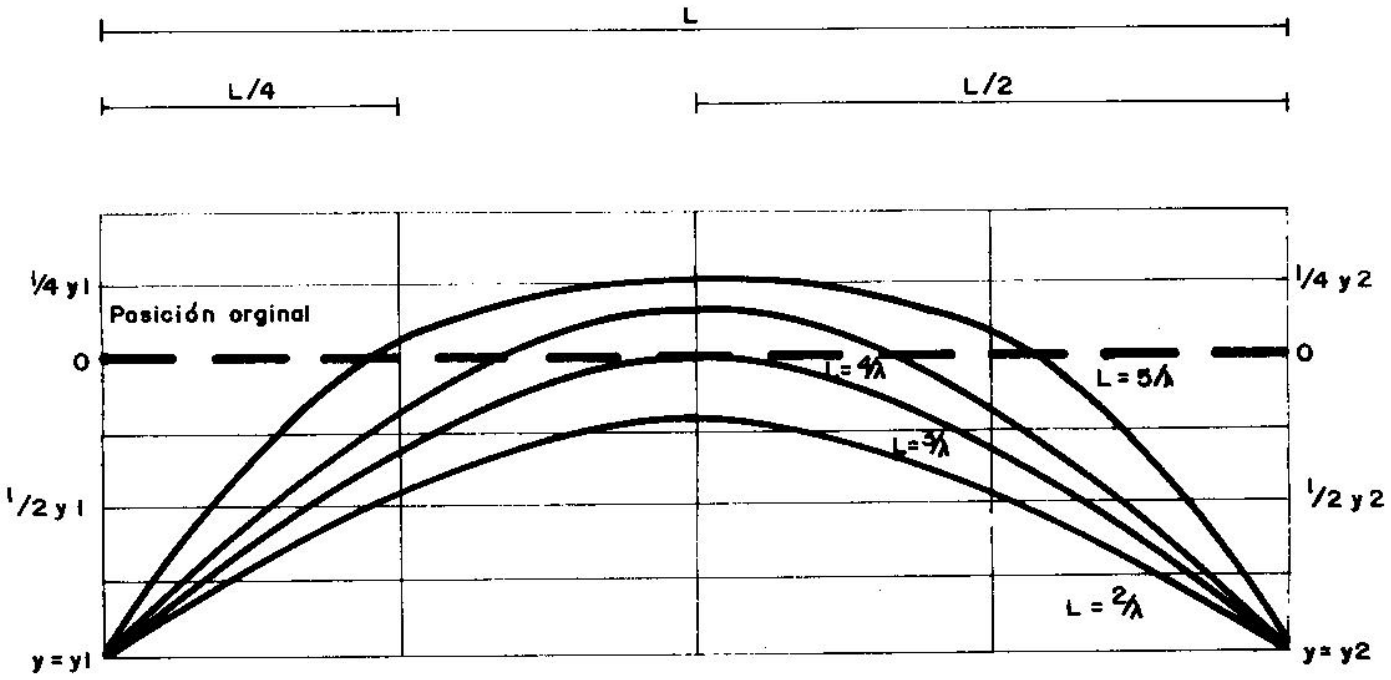
El esfuerzo debajo de la viga, generalmente, es mucho mayor que el esfuerzo debajo de la Zapata, además las deformaciones debajo de la viga, generalmente, tienen a tener un comportamiento elástico, mientras la Zapata puede generar esfuerzos y deformaciones en mantos saturados de características plásticas cuyas deformaciones se explican por medio de la teoría de la Consolidación de Terzaghi.

La carga asumida por unidad de área para un mismo asentamiento es mayor en la viga que en el cimiento y los valores del asentamiento de todos y cada uno de los cimientos disminuyen enforma muy importante si se colocan vigas de amarre en razón a que las vigas actúan como elementos de soporte asumiendo carga.

COMPORTAMIENTO DE LA VIGA DE AMARRE EN UN MEDIO ELASTICO

El conjunto viga - suelo posee unas características de esfuerzo - deformación como una viga flexible sobre un medio espacio elástico. Es aplicable la solución de Winkler (1867) en la cual se supone la viga sobre una cama de resortes, la cual fue presentada en forma de ecuaciones por Hetenyi (1946) y desarrollada por medio de elementos finitos por Bowles (1974).

La deformación de la viga controla en buena parte los esfuerzos. Se presenta la deformación típica para varios casos según Seely y Smith, y diagramas sencillos simplificados que pueden ser empleados para diseños rápidos.



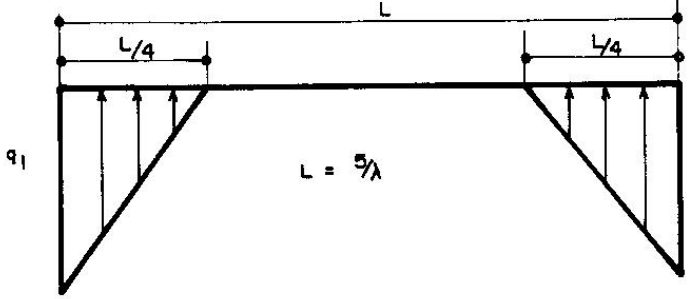
Deformación de una viga de amarre sobre un suelo de comportamiento elástico (De Seely y Smith).

y1 , y2 = Asentamientos de la zapata

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K_s \cdot b}{4EI}}$$

DIAGRAMAS SIMPLIFICADOS PARA CALCULO DE ESFUERZOS

CASO 1: VIGA COMPLETAMENTE FLEXIBLE



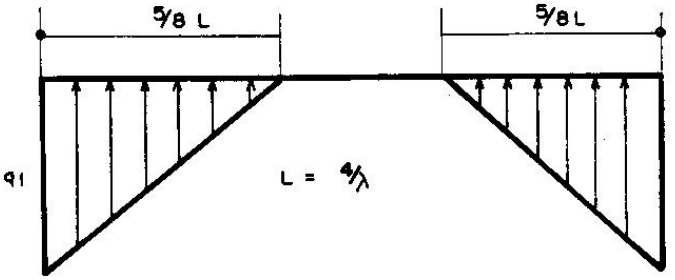
$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K_s \cdot b}{4 E I}}$$

$q1 = y1\ K_s \cdot b$

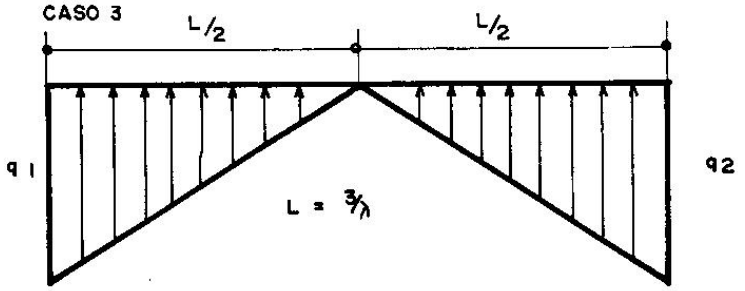
$q2 = y2\ K_s \cdot b$

y1 , y2 = ASENTAMIENTO DE DISEÑO DE CADA ZAPATA

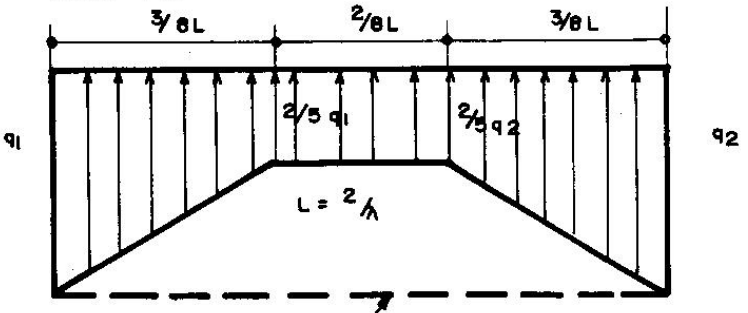
CASO 2



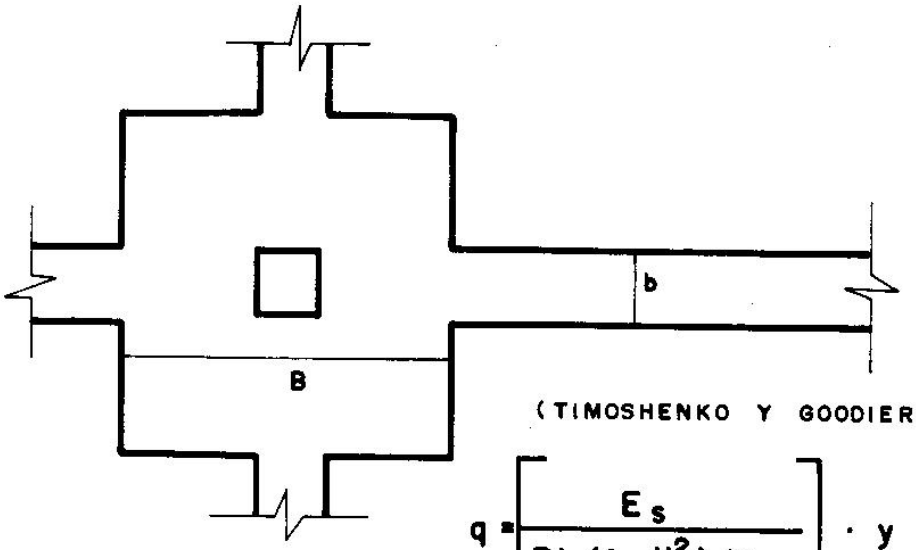
CASO 3



CASO 4 Y 5

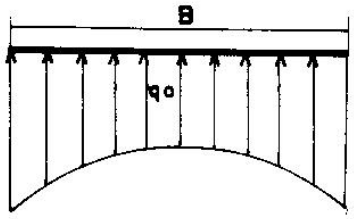


VIGA TOTALMENTE RIGIDA



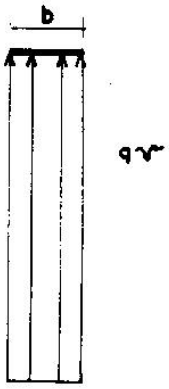
(TIMOSHENKO Y GOODIER)

$$q = \left[\frac{E_s}{B' (1 - \mu^2) \cdot I_w} \right] \cdot y$$



OBSERVE: A MENOR ANCHO EL ESFUERZO ES MAYOR PARA EL MISMO ASENTAMIENTO.

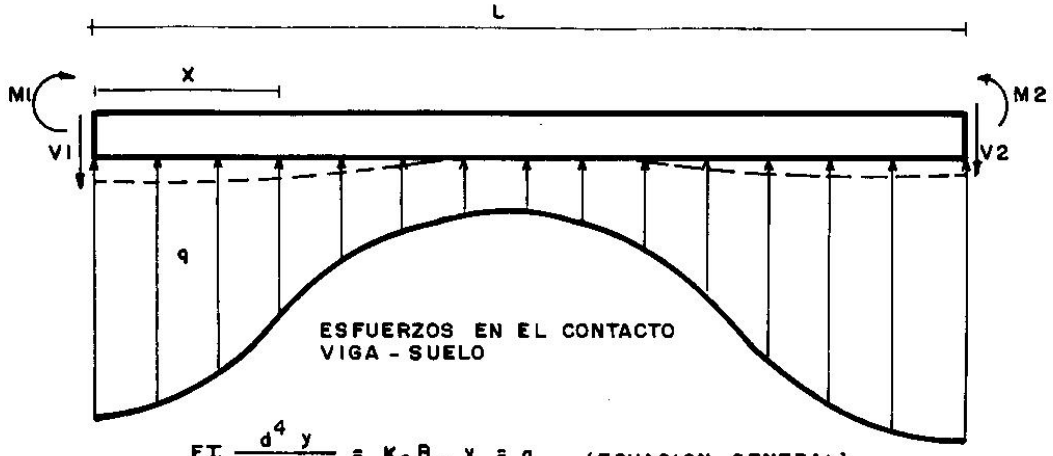
a) ESFUERZOS EN EL SUELO BAJO LA ZAPATA



b) ESFUERZO DE REACCION DEBAJO DE LA VIGA

RELACION ENTRE LOS ESFUERZOS DE REACCION ELASTICA BAJO UNA ZAPATA Y UNA VIGA DE AMARRE

SOLUCION DE LA REACCION DE DEFORMACIONES SUELO - VIGA



$$EI\frac{d^4y}{dx^4} = K_s B \cdot y = q \qquad \text{(ECUACION GENERAL)}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K'_s}{4EI}} \qquad K'_s = K_s \cdot b$$

SOLUCION PARA DEFORMACIONES

$$y = \frac{2V_1\lambda}{K'_s} D\lambda x + \frac{2V_2\lambda}{K'_s} D\lambda(L-X) + \frac{-2M_1\lambda^2}{K'_s} C\lambda x + \frac{-2M_2}{K'_s} C\lambda(L-X)$$

SOLUCION PARA MOMENTOS

$$M = \frac{-V_1}{\lambda} B\lambda x + \frac{-V_2\lambda(L-X)}{\lambda} + M_1 A\lambda x + M_2 A\lambda(L-X)$$

SOLUCION PARA CORTANTE

$$Q = -V_1 C\lambda x - V_2 C\lambda(L-X) - 2M_1\lambda B\lambda x - 2M_2\lambda B\lambda(L-X)$$

DONDE:

$$A\lambda x = e^{-\lambda x}(\cos\lambda x - \operatorname{Sen}\lambda x)$$

$$B\lambda x = e^{-\lambda x}\operatorname{Sen}\lambda x$$

$$C\lambda x = e^{-\lambda x}(\cos\lambda x - \operatorname{Sen}\lambda x)$$

$$D\lambda x = e^{-\lambda x}\cos\lambda x$$

CONCLUSION

Para los casos en los cuales el suelo de apoyo de la viga de amarre pueda considerarse como de comportamiento esfuerzo - deformación de tipo elástico, se presenta un método para calcular las presiones de contacto - suelo - viga.

Este concepto de Viga Portante de amarre de cimientos puede emplearse para el diseño y cálculo de vigas de amarre.

REFERENCIAS

1. BOWLES J.E. Analytical and computer methods in foundation engineering, Mc. Graw Hill Book Company. New York. pp. 519.

2. BOWLES J.E. Foundation analysis and design. 4th. edition. Mc. Graw Hill. 1988.

3. DI MARCO V.R. Rueda G. "Determinación de parámetros básicos en asentamientos para los suelos de Bucaramanga. Tesis de grado Universidad Industrial de Santander. Departamento de Ingeniería Civil. 1979.

4. HOLZLOHNER U. "sand properties governing foundations settlement". Proceedings of the 11th. international conference on soil mechanics and foundation engineering. Volume 2. San Francisco. 1985. pp.507-510.

5. Leonards G.A. "Foundations engineering". Mc Graw Hill Book Company. New York. 1962

6. PERLOFF W.H. "Pressure distribution and settlement". Foundation engineering handbook winterkor H.F. - Fang H.Y. Editors, Van Nostrand Reinhold Company. New York. 1975. pp. 149-194.

7. SEELY F.B. and Smith J.O. "Advanced mechanics of materials". John Wiley and sons Inc. New York. 1952.

8. TENG W.C. "Foundations design. Prentice hall Inc. New Jersey. 1962.

9. TIMOSHENKO S. and Goodier J.N. "Theory of elasticity second edition, MC. Graw Hill Co. New York. 1951. pp. 506