

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

**ANÁLISIS DE REFINAMIENTO DE MALLADO DE ELEMENTOS FINITOS
APLICADOS A FUNDACIONES SUPERFICIALES¹
FINITE ELEMENT MESH REFINEMENT ANALYSIS APPLIED TO SURFACE
FOUNDATIONS**

Paula Belén Delgado², Maximiliano Héctor Rabe³, Yeferson Natanahel Winjak⁴, Gustavo Orlando Bogado⁵, Javier Alberto Duarte⁶, Hugo Orlando Reinert⁷

¹ Proyecto de investigación. Código 16/I004TI. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Argentina.

² Estudiante de carrera Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. paulabelendelgado@gmail.com

³ Estudiante de carrera Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. rabemaximiliano@gmail.com

⁴ Estudiante de carrera Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. yefersonwinjak.n@gmail

⁵ Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. gustavobogado@fio.unam.edu.ar

⁶ Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. jaduarte66ar@yahoo.com.ar

⁷ Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. reinert@fio.unam.edu.ar

Introducción

El procedimiento general de modelación de la interacción suelo estructura se basan en modelos simplificados de barras-resortes-amortiguadores (Jardine et al., 1986). Uno de los métodos más conocidos consiste en modelar el suelo con resortes de rigidez constante. Winkler(1867) propone que la deflexión, en cualquier punto de la superficie del suelo de soporte es linealmente proporcional a la presión de contacto en ese punto, e independiente de los esfuerzos de contacto en otros puntos (esto es, el suelo de soporte consiste en un sistema de elementos resortes lineales mutuamente independientes). En este modelo los desplazamientos de una región cargada uniformemente serían constantes independientes de si la viga es infinitamente flexible o infinitamente rígida. La inhabilidad de este modelo para deformarse fuera del área cargada restringe su aplicabilidad a los suelos o medios con cohesión como es el caso de los suelos residuales. La modelación mediante elementos finitos resulta práctica muy interesante para resolver problemas de interacción suelo-estructura (Wolf, 1967).

En este artículo se modela un caso sencillo correspondiente una fundación superficial apoyada sobre suelo laterítico. El suelo se modela mediante resortes en los extremos del mallado utilizado.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

El objetivo del presente trabajo es determinar el mallado óptimo que involucre el menor gasto computacional. Dichos resultados serían provechosos para modelar problemas más complejos de mayor superficie.

Metodología

El modelo de fundación utilizado se muestra en la Figura 1 donde se detalla la geometría y la disposición de cargas adoptadas. Las propiedades del suelo residual y el hormigón armado se muestran en las Tabla 1 y 2. Mediante el software SAP2000 se modelaron 4 zapatas de 8.00m de largo por 0.80m de ancho y 0.15m de espesor. Se realizaron mallas rectangulares de 0.05m, 0.10m, 0.20m y 0.40m. En todos los puntos del mallado se colocaron resortes para simular el comportamiento del suelo. Por otro lado, se utilizó el mismo coeficiente de balasto (1 kg/cm³) en los extremos en cada malla. Luego de correr los modelos se tomaron capturas de las solicitaciones y evaluaron puntos característicos para comparar los valores de momento flector, corte, y las deformaciones correspondientes a cada punto, destacándose que en el presente trabajo se exponen resultados solo del análisis de momento flector.

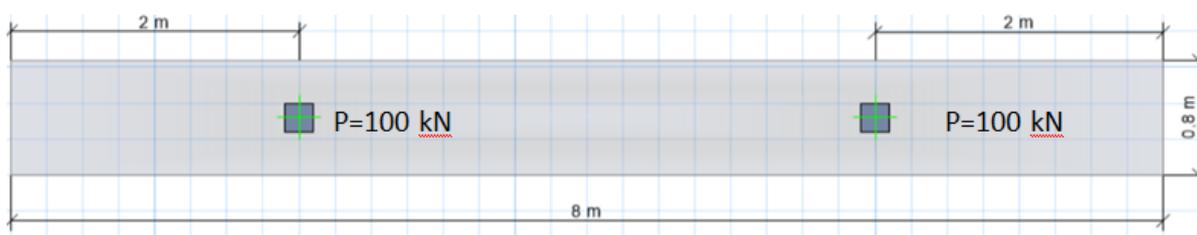


Figura 1: Imagen esquemática de la fundación modelada

Tabla 1: Propiedades de suelos residuales (Bogado et al. 2017)

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Módulo de Balasto del suelo | 1.00 kg/cm ³ |
| Cohesión | 0.25 kg/cm ² |
| Angulo de fricción interna | 14° |
| Peso unitario | 1.40 tn/m ³ |

Tabla 2: Propiedades de Hormigón (CIRSOC 201-2005)

| | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Resistencia característica f'c | 20 MPa |
| Peso unitario | 25 KN/m ³ |
| Módulo de Elasticidad longitudinal E | 21019 MPa |
| Coefficiente de Poisson | 0.20 |

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

Resultados y Discusión

Para el análisis de los resultados se utilizaron los momentos flectores en la dirección X, obtenidos en la fundación, los cuales indican que la solución es altamente dependiente del mallado utilizado. La Figura 2 muestra los momentos flectores obtenidos de las modelaciones de elementos finitos utilizando los diferentes tamaños de malla. Las mallas rectangulares de 0.40 m detallan una solución no acorde a la esperada utilizando la teoría de Winkler, estos resultados se deben a la poca proximidad entre los diferentes resortes que modelan el suelo, por lo tanto, la misma fue descartada.

En cuanto cuando las mallas menores a 0.20 m indican una convergencia de los momentos flectores, con poca variación entre ellos, lo cual es evidenciado por los diagramas cromáticos presentados. Por lo tanto, un mallado optimo resulta de utilizar mallas de superficies menores a 0.04m².

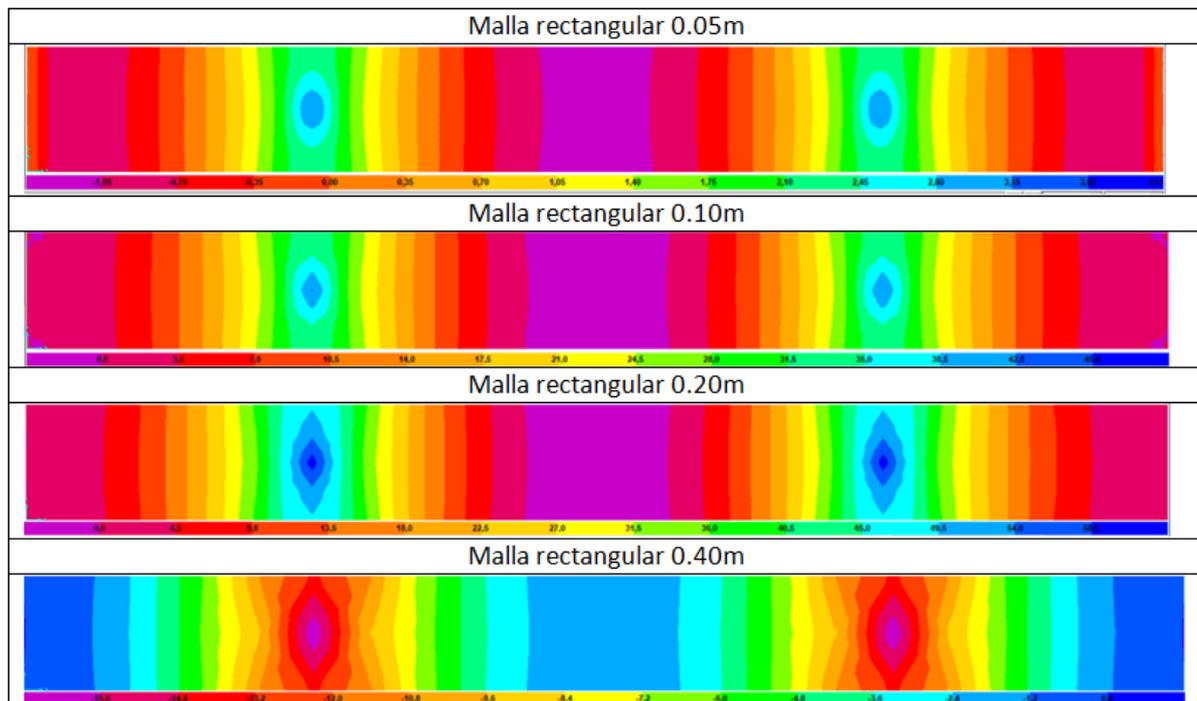


Figura 2: Detalle de diagramas cromáticos de momento flector en X para diferentes tamaños de malla modelados

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

Consideraciones Finales

En el presente artículo se llevaron a cabo modelaciones de una fundación superficial por medio del método de elementos finitos, analizando la respuesta del modelo ante el cambio del tamaño de malla en cada caso. Los resultados obtenidos muestran que hay una dependencia de la solución con el tamaño de malla, obteniéndose que el empleo de mallas rectangulares menores a 0.04 m² resultan óptimas para la modelación de problemas de interacción suelo estructura en particular en este tipo de elementos.

Dichos resultados son interesantes para el modelado de estructuras de mayor superficie, dado el control en el costo computacional que podemos proponer.

Palabras Clave: Interacción Suelo - Estructura; Modelado; Elementos Finitos.

Keywords: Soil Interaction - Structure; Modeling; Finite elements

Referencias

- Bogado, G. O., Reinert, H. O., & Francisca, F. M. (2017). Geotechnical properties of residual soils from the North-east of Argentina. *International Journal of Geotechnical Engineering*, 1-10.
- Bowles, J.E., 1997. *Foundation Analysis and Design*. 5th Edn., McGraw-Hill, New York.
- Eisenberger, M. and Clastornik J. (1987). Beams on variable two-parameter elastic foundation, *Journal of Engineering Mechanics*, 113 (10), 1454-1466.
- Hetenyi, M., (1946). *Beams on Elastic Foundation*, The University of Michigan Press, Ann Arbor, Mich., 100-111.
- Scott, R. F., (1981). *Foundation Analysis*, Prentice Hall, 88 -114.
- Jardine, R. J., Potts, D. M., Fourie, A. B., & Burland, J. B. (1986). Studies of the influence of non-linear stress-strain characteristics in soil-structure interaction. *Geotechnique*, 36(3), 377-396.
- Sall, O. A., Fall, M., Berthaud, Y., Ba, M., & Ndiaye, M. (2014). Influence of the Soil Structure Interaction in the Behavior of Mat Foundation. *Open Journal of Civil Engineering*, 4(01), 71.
- Winkler, E., 1867. *Die Lehre Von Elasticitaet Und Festigkeit*. 1st Edn., H. Dominicus, Prague.